



Bodenaufnahmesysteme in Österreich

Bodeninformationen für
Land-, Forst-, Wasser- und Abfallwirtschaft, Naturschutz-, Landschafts-, Landes- und Raumplanung, Agrarstrukurelle Planung, Bodensanierung und -regeneration sowie Universitäten, Schulen und Bürger

Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft
Heft 62

zugleich

eine Publikation
des Umweltbundesamtes

Wien, 2001

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:
Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft
Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

Mitherausgeber, Herstellung und Vertrieb:
Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

Schriftleitung: S. Schwarz

Umschlagfotos: B. Gröger, Eduard Fank, Pierre Menger

Gefördert durch das Bundesministerium
für Bildung, Wissenschaft und Kultur

Druck: Holzhausen, Wien

Preis des gesamten Bandes: ATS 200,-

ISSN 0029-893-X

ISBN 3-85457-603-X

Gestaltung des Titelblattes erfolgte in Anlehnung an NIBIS (Niedersächsisches Bodeninformationssystem)
http://www.bgr.de/N2/

Vorwort

Der Boden ist eine unserer wichtigsten Lebensgrundlagen. Allerdings scheint es, dass dies derzeit nicht ausreichend gewürdigt wird. Andere natürliche Ressourcen, wie Wasser und Luft unterliegen bezüglich ihrer Nutzung genauer Regelungen. Dies ist beim Boden nicht umfassend der Fall. In Land- und Forstwirtschaft hat sich aus der Tradition heraus und gemäß den neueren Erkenntnissen ein zunehmendes Problembewusstsein bezüglich der Nachhaltigkeit der Bodennutzung herausgebildet. In der Realität verlieren wir aber heute in Österreich durch Versiegelung pro Tag zwischen 15 und 25 ha nutzbaren Bodens, wobei die Qualität der verlorenen Flächen in vielen Fällen gar nicht bekannt ist. Wir gehen also mit dieser sehr wichtigen Ressource zumindest quantitativ wenig sorgsam um.

In Österreich existieren mehrere gut eingeführte Bodenaufnahmesysteme, die gemäß völlig unterschiedlicher ursprünglicher Zielsetzungen entwickelt wurden und daher komplementär und nicht in Konkurrenz zueinander zu sehen sind. Im vorliegenden Mitteilungsband der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft werden die verschiedenen Systeme vorgestellt und – was in Österreich erstmals durchgeführt wurde – in einer Pilotstudie miteinander anhand gemeinsam bearbeiteter Standorte verknüpft.

Für die zukünftig zu erwartenden Forderungen an Bodeninformationen in Österreich z.B.

- als individuelle, betriebliche Basis einer ressourcenschonenden Land- und Forstwirtschaft,
- als Planungsgrundlage der lokalen und regionalen Raumordnung,
- als Basis für die Bewertung kontaminierter Standorte und deren Sanierung und
- als Grundlage der Detektion von Veränderungen bzw. entsprechender Prognosen,

wird es unbedingt notwendig sein, die vorhandene Bodeninformation GIS-gestützt zu verknüpfen. Dass dies kein leichtes Unterfangen ist, erscheint evident. Gilt es doch, einen mehrfachen Interessensausgleich zu Stande zu bringen, und so z.B. die Anforderungen des Datenschutzes und die Wünsche der Datenbesitzer mit den technischen Erfordernissen und dem Informationsbedürfnis der Datennutzer abzugleichen. Wir werden uns trotzdem zukunftsorientiert dieser Herausforderung stellen müssen. Der geneigte Leser wird daher gebeten, den vorliegenden Band in diesem Lichte als Diskussionsbeitrag der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft zu verstehen.

Martin H. Gerzabek
Präsident

Danksagung

Die Schriftleitung bedankt sich bei allen Autoren für die anspruchsvolle Zusammenarbeit zur Erstellung dieses gemeinsamen Bandes. Besonderer Dank gilt auch Herrn DI Dr. Walter Kilian für die kritische und rasche Durchsicht aller Beiträge, Frau Lisa Lössl für die Unterstützung beim Layout sowie Frau DI Alexandra Freudenschuß für die umsichtige Finalisierung aller Beiträge.

Heft 62

Wien 2001

INHALTSVERZEICHNIS

GEDANKEN ZUM THEMA

Othmar NESTROY

Institut für Technische Geologie und Angewandte Mineralogie TU Graz,
Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz

Im Zeitalter der Dominanz der Printmedien und der elektronischen Medien sind Luft und Wasser relativ leicht erklärbare und damit auch einfach „transportierbare“ Begriffe, die bereits in der breiteren Öffentlichkeit ihre Resonanz gefunden haben. Bezüglich des Bodens ist dies anders. Selbst im neuesten, zweibändigen World Atlas of Resources and Environment, der zur Subskription aufliegt und als umfassende Wissensquelle für die Geowissenschaften angepriesen wird, findet sich unter dem Thema Struktur und Ressourcen der Erdoberfläche nur der Hinweis auf Gesteine, Luft und Wasser als die elementaren Ressourcen und zugleich auch die großen Gefahrenquellen für die Menschheit.
Der Boden ist eben ein heterogenes und komplexes Gebilde an der Erdoberfläche in der Vernetzung von Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre und Lithosphäre, das nicht so schnell und einfach analysierbar ist wie Luft und Wasser. Es genügt nicht eine oberflächliche Betrachtung, um den Boden beschreiben und interpretieren zu können, sondern man muss, im wahren Sinne des Wortes, in die Tiefe vordringen, um diesen zu beschreiben, zu beproben, dann die Proben im Laboratorium zu analysieren, um anschließend, das schwierigste Unterfangen, die Analysendaten zu interpretieren und diesen Boden in eine systematische Gliederung zu stellen.
Dieses umständliche Procedere im Gelände und im Laboratorium postuliert eine nähere Auseinandersetzung mit dem Naturobjekt Boden, denn es stellt nach wie vor die – leider schrumpfende – Basis unserer Ernährung in fester und in flüssiger Form dar. So wachsen unsere Nahrungsmittel, die wie direkt in Form pflanzlicher Nahrung oder, verbunden mit großen Verlusten, in Form von Nahrungsmittel tierischer Herkunft aufnehmen, auf dem Boden. Zugleich gehen 80% jenes Wasser, welches wir verbrauchen, durch den oft intensiv landwirtschaftlich genutzten Boden.
Einer sich exponentiell vermehrenden Weltbevölkerung, von der schon jetzt rd. 600 Million an Hunger leiden, stehen bestenfalls linear steigende Erträge der genutzten Böden gegenüber. Dies macht logischerweise erforderlich, dass wir vermehrt unsere Aufmerksamkeit dem Boden zuwenden, diesen substanziell wie auch funktionell zu erhalten versuchen, kurzum, unser Wissen um den Boden vertiefen.
Unter dem Blickwinkel der substanziellen Erhaltung unserer Böden sei auf eine Studie von DRIESSEN und DUDAL aus dem Jahre 1991 verwiesen. Darin findet sich eine sehr interessante und nach meiner Meinung zu wenig beachtete Aufgliederung der Bodenressourcen unserer Erde. Von der geschätzten 13 Mrd. ha Festlandfläche sind rd. 20% zu kühl, 23% zu trocken, 20% zu steil oder seicht, 5% zu feucht und 10% von so geringer Fruchtbarkeit, so dass eine Nutzung in Frage gestellt ist. Somit sind nur 22% der Festlandfläche für eine landwirtschaftliche Nutzung geeignet, wovon derzeit rd. 1.475 Mio. ha bereits unter Nutzung stehen und rd. 1.500 Mio. ha potentiell für die pflanzliche Produktion zur Verfügung stehen. Angesichts dieses Sachverhalts könnte man beruhigt die Hände in den Schoß legen und meinen, es stünden ohnedies noch genügend Flächen für die landwirtschaftliche Produktion, gewissermaßen als Reserve, zur Verfügung. Die Situation muss aber dahingehend einer Kor-

rektur unterzogen werden, dass nämlich logischerweise zuerst die produktivsten Flächen landwirtschaftlich genutzt werden und somit die Erschließung der verbleibenden Restflächen sehr bald auf ökologische und vor allem ökonomische Grenzen stoßen wird. Somit sind diese 11% keineswegs als vollwertige und jederzeit verfügbare Reserve anzusehen.
Bevor man in die Diskussion um die funktionelle Erhaltung unserer Böden eintritt, ist es erforderlich, Überlegungen über die Bodenfunktionen anzustellen. BLUM hat schon im Jahre 1989 die Bodenfunktionen genannt und in die folgenden Kategorien gegliedert:
Ökologische Funktionen, wie Produktionsfunktion, Puffer-, Filter- und Transformationsfunktion, Genschutz- und Genreservefunktion, weiters technisch-industrielle Funktionen, wie Infrastrukturfunktion und Rohstofffunktion.
Man erkennt das weite Spektrum an Funktionen, die an den Boden gestellt werden und somit auch unsere umfassenden Pflichten, die Böden und ihre Funktionen auch für die kommenden Generationen zu erhalten.
Diese Aussagen sollen noch Gedanken über die substanzielle Erhaltung unserer Böden, jetzt projiziert auf Österreich, angefügt werden.
Nach Aussage von PÖLTL, Landesrat für Landwirtschaft und Umweltschutz in der Steiermark, verliert Österreich derzeit 12.000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche pro Jahr. Dies entspricht rd. 33 ha pro Tag, wobei, so PÖLTL, etwas mehr als die Hälfte auf das Konto von Siedlungs-, Industrie- und Verkehrsbauten oder der Rohstoffgewinnung geht, der andere Teil meist, da es sich in der Mehrzahl der Fälle um Grenzertragsböden handelt, von Wald zurückerobert wird.
Durch den wachsenden Siedlungsdruck sind Kollisionen und Konflikte fast vorprogrammiert, so dass der Rückgang der landwirtschaftlichen Flächennutzung keineswegs freiwillig erfolgt. Neben vielen anderen negativen Auswirkungen dieser Entwicklung ist jedoch der Umstand zu sehen, dass fast die Hälfte dieses Verlustes an landwirtschaftlicher Nutzfläche, das sind rd. 17 ha pro Tag, versiegelt werden und auf diese Weise assimilierende Pflanzen, die u.a. für die Erhaltung des CO_2-Gleichgewichtes in der Atmosphäre eine eminente Bedeutung haben, verschwinden.

„Rettet unsere Böden“ ist nicht nur ein Slogan oder ein billiges Schlagwort; es ist eine Aufforderung, das Wissen um unsere Böden zu vertiefen, ferner aber auch, die Wissensvermittlung über die vielfachen Funktionen des Bodens an eine breitere Öffentlichkeit heranzutragen.

So sind diese Gedanken als Einstimmung auf die in diesem Band behandelten Themen aus der angewandten Bodenkunde zu werten.

Literatur:

1. BLUM, W.E.H. (1989): Spezifische Probleme des Bodenschutzes in Gebirgsregionen Zentraleuropas. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 38, Wien.
2. DRIESSEN, P.M. und R. DUDAL (1991): The Major Soils of the World. Agricult. University, Wageningen und Katholieke Universität, Leuven.
3. KOTLYAKOV, V.M., A.A. LIOUTY, E.A. FINKO, A.N. KRENKE, Yu.G. LEONOV und A.A. VELICHKO Hrsg (o.J.): World Atlas of Resources and Environment. Russian Academy of Sciences und Geographisches Institut Ed. Hölzel, Wien.
4. PÖLTL, E. (1998): Die Bauern sichern die Kulturlandschaft am besten. Politikum, 18. Jg., 80, Graz.

FORSTLICHE STANDORTSKARTIERUNG IN ÖSTERREICH

Michael ENGLISCH[1], Walter KILIAN[2] & Franz STARLINGER[1]

[1]Institut für Forstökologie, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien
[2]Grillparzerstraße 4, Baden

Zusammenfassung

Es werden die Entwicklung, der methodische Hintergrund, das Verfahren und die Durchführung der Forstlichen Standortskartierung in Österreich beschrieben. Die Forstliche Standortskartierung wurde in Österreich in den 60-er Jahren begonnen. Die kartierte Fläche umfasst etwa derzeit etwa 15 % des österreichischen Waldgebietes. Als Methode der Forstlichen Standortskartierung wird das „kombinierte Verfahren" verwendet. Das kombinierte Verfahren verwendet als Grundlage zur Klassifizierung und Kartierung von Standortseinheiten der direkten Beobachtung zugängliche Ausprägungen von Lage, Klima, Boden, und Vegetation. Die Standortseinheiten werden als Lokalformen gefasst und in hierarchisch übergeordneten Einheiten, Standortseinheitengruppen, Teilwuchsbezirken, Wuchsbezirken, klimatischen Höhenstufen und Wuchsgebieten eingeordnet. Die Forstlichen Standortskartierung wird in die Arbeitsschritte Standorterkundung, Standortsklassifizierung und Standortskartierung gegliedert. Der Aufnahmeinhalt, der Aufnahmeumfang und die Methoden der Standorterkundung werden vorgestellt. Die Ableitung der Standortseinheiten bzw. der sie bestimmenden Standortsfaktoren aus den Aufnahmen der Standorterkundung, sowie die dabei eingesetzten Methoden (Expertenmeinung, multivariate Verfahren oder eine Kombination beider Vorgangsweisen) werden beschrieben. Die Methoden zur Umsetzung der Klassifikationsergebnisse in die Fläche (Standortskartierung) werden vorgestellt. Die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Verwendung Forstlicher Kartierungswerke werden erläutert.

Summary

Development, methodological background, system and realization of Forest Site Mapping in Austria are described. Forest Site Mapping in Austria was started in the sixties. Today about 15 % of the Austrian forest area are mapped. Forest Site Mapping in Austria uses the combined method (kombiniertes Verfahren). The combined method uses attributes of situation, climate, soil and vegetation which can be assessed in the field, for classification and mapping of site units. Site units are defined as locally valid units and are fit into units of higher levels of hierarchy, such as groups of site units, growth districts, altitudinal zones and growth regions. Forest Site Mapping is divided into three steps: site survey, site classification and site mapping. The most important methods for derivation of site factors and for the resulting site classification, as are expert judgement, multivariate methods, and a combination of both methods are specified as well as their practical application. Methods and techniques of site mapping, which is the application of site classification results to an area, are described. Various possibilities for the use of Forest Site Maps are listed.

1 ALLGEMEINES

1.1 Einleitung

Unserem Begriff „Standortskartierung“ sind im internationalen Gebrauch (SIMS et al. 1989, MÜLLER 1980, SMALLEY 1979) folgende Begriffe zuzuordnen:

- Klassifizierung („site classification“) aufgrund einer Standortserkundung, das Fassen von Einheiten,
- „site identification“, die Zuordnung einer Fläche zu einer bereits definierten Einheit,
- Kartierung („site mapping“) im eigentlichen Sinn, die flächenhafte Ausscheidung von definierten Einheiten im Gelände verwendet.

Zahlreiche vor allem in Nordamerika gebräuchliche Methoden beschränken sich auf eine „site classification”: Das Vorhaben bleibt auf eine Klassifizierung des Projektgebietes beschränkt. Die Ansprache der Einheit vor Ort, etwa zur Beurteilung eines Maßnahmenpakets, wird dem Anwender überlassen („site identification“).

In Österreich und Deutschland wird die eigentliche Kartierung als selbstverständlich unter dem Begriff Forstliche Standortskartierung, seltener auch Forstliche Standortserkundung (KOPP D. & SCHWANECKE W. 1994), subsumiert.

1.2 Forstliche Standortskartierung in Österreich – Entwicklung und Stand

Der Beginn der Forstlichen Standortskartierung in Österreich – im Sinne der Erstellung einer Standortskarte – ist Ende der 50er Jahre zu suchen. Wesentliche Schritte wurden dabei von der Oberösterreichischen Landwirtschaftskammer und in der Forstlichen Bundesversuchsanstalt gesetzt. Als Vorläufer der Standortskartierung können die Waldtypenkarten von HUFNAGL (1970) gelten.
Eine wesentliche Entscheidung wurde im Jahre 1960 von JELEM an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt getroffen, indem in den „Grundsätzen und Anweisungen für die Forstliche Standortskartierung“ (betreffend die damalige Abteilung für Standortserkundung) das sog. „kombinierte Verfahren“ vorgeschrieben wurde. Dies bedeutete im wesentlichen die Übernahme des von KRAUSS (1936) entwickelten und von KIRSCHNER & SCHLENKER (1955) in Baden-Württemberg implementierten Systems der forstlichen Standortskartierung. Dieses System wurde in weiterer Folge von allen in Österreich auf diesem Gebiet tätigen Organisationen mit kleineren oder größeren Veränderungen übernommen.
In den Folgejahren wurden durch das neugegründete Institut für Standort an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA), die Österreichischen Bundesforste und einige Landes-Landwirtschaftskammern zahlreiche Kartierungen angefertigt. Explizite Absicht (JELEM 1960) war es, das gesamte Bundesgebiet oder zumindest einen Großteil davon in einem überschaubaren Zeitraum, etwa nach dem Vorbild der landwirtschaftlichen Bodenkartierung (BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT 1967) zu kartieren.
Offensichtlich aus Gründen des Personalmangels konnte diese Absicht nicht verwirklicht werden. Bereits Anfang der 70er Jahre ging man an der FBVA dazu über, nur noch „Beispielskartierungen“ anzufertigen. Darunter wurden Kartierungen in ausgewählten, für die damals 22 Wuchsgebiete jeweils repräsentativen Gebieten von jeweils bis zu einigen 1000 ha Größe verstanden. Diese Kartierungen wurden oft durch Standortserkundungen in weiteren

Umfeld ergänzt. Damit sollten die wichtigsten Standortseinheiten Österreichs erfasst werden, die Kartierung eines Großteils der Fläche jedoch dem jeweiligen Interessenten überlassen werden. Gleichzeitig wurde – im Zusammenhang mit den Kraftwerksbauten entlang der Donau – begonnen die Donauauen zu kartieren. Während von den „Beispielskartierungen" nur einige durchgeführt wurden, konnte die Kartierung der Donauauen in den 90er Jahren abgeschlossen werden.
1995 wurde das Projekt einer neuen Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich in Angriff genommen: Dies wurde aufgrund verschiedener Entwicklungen im Bereich der Forstlichen Standortsaufnahme und Bodenkunde, der Vegetationskunde aber vor allem durch die Fortschritte in der Datenverarbeitung notwendig. Ein weiterer Grund ist darin zu suchen, dass sich nach langen Jahren des Stillstandes eine neue Welle an Kartierungsprojekten abzeichnete, und sich die einzelnen in Österreich kartierenden Organisationen seit den 60er Jahren fachlich auseinander entwickelt hatten. Im Rahmen einer Arbeitsgruppe des Österreichischen Forstvereins, in die Vertreter aller Organisationen eingebunden sind, wurde diese neue Anleitung erarbeitet und 1998 (ENGLISCH & KILIAN [Hrsg.] 1998) publiziert.
Diese Arbeitsgruppe fördert auch weiterhin die laufende Weiterentwicklung der praktischen Standortskartierung. Die Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Institut für Forstökologie fungiert als zentrale Anlaufstelle, welche die gegenseitige Information, Koordination, Schulung und Qualitätssicherung von Standortskartierungs-Projekten übernimmt, wie sie in zunehmendem Maße von verschiedenen privaten oder öffentlichen Organisationen durchgeführt werden. Sie entwickelt die Methoden weiter und aktualisiert diese im Einvernehmen mit der Arbeitsgruppe Standortskartierung des Österreichischen Forstvereins, um auch weiterhin eine einheitliche Durchführung von Kartierungsprojekten und weiten inhaltlichen Konsens zu gewährleisten.
Derzeit sind etwa 15 % (ca. 600.000 ha) der Österreichischen Waldfläche kartiert. Diese Fläche wurde v. a. durch die FBVA, die Österreichischen Bundesforste, das Forstamt der Stadt Wien, die Landesforstdirektionen von Tirol und Salzburg, die Universität für Bodenkultur, sowie private Forstbetriebe, Landwirtschaftskammern und Zivilingenieure kartiert.

1.3 Aufgaben und Anwendungsbereiche der Forstlichen Standortskartierung

Die Aufgabe der forstlichen Standortskartierung ist die Beschreibung, Klassifizierung und flächenhafte Darstellung der Waldstandorte. Sie ist eine Naturrauminventur im weiteren Sinne und bietet sowohl auf betrieblicher als auch auf überbetrieblicher Ebene Grundlagen für eine Vielzahl von Planungen und Entscheidungen, die den Wald betreffen.
Im Bereich der multifunktionalen Forstwirtschaft bietet die Forstliche Standortskartierung Entscheidungsgrundlagen

- für Waldbauplanung und Forsteinrichtung (Baumartenwahl, Planung der Bestandesbegründung, Bestandesbehandlung),
- für Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Stabilität und Leistungskraft der Waldökosysteme (Bodenschutz, Forstschutz, Beurteilung der Widerstandsfähigkeit der Standorte gegenüber betrieblichen und äußeren Einflüssen, Melioration, Düngung, Kalkung; Beurteilung von Waldschäden, Sanierungsmöglichkeiten),
- sowie für Wasser- und Erholungsmanagement und die Schutzfunktion des Waldes.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten liegen im Bereich der Planung der forstlichen Infrastruktur (Eignung für Maschineneinsatz, Befahrbarkeit, Erschließung, Rückung, Wegebau und Trassenführung).
Im Bereich der Forstlichen Raumplanung bzw. Landschaftsplanung können Forstliche Standortskartierungen bei Waldfunktionsplanung, Bewertung, allgemeinen Landnutzungsplanungen, Waldzusammenlegungen und bei der Flurbereinigung eingesetzt werden.
Weitere Einsatzmöglichkeiten liegen in der Beurteilung der Förderungswürdigkeit, etwa von Umwandlungs- und Meliorationsmaßnahmen, der Beweissicherung (z. B. forstschädliche Luftverunreinigungen, Kraftwerksbau) und der forstlichen bzw. allgemein ökosystemaren Forschung.
Im Bereich des Natur- und Umweltschutzes kann die Forstliche Standortskartierung als Planungsinstrument und Argumentationsunterlage dienen (Landschafts-, Boden-, Wasser-, Biotop- und Artenschutz).

2 DAS SYSTEM DER FORSTLICHEN STANDORTSKARTIERUNG IN ÖSTERREICH

Das Ziel der forstlichen Standortsaufnahme (Standortserkundung) ist die Erfassung aller für das Waldwachstum wichtigen natürlichen Bedingungen. Ziel der forstlichen Standortskartierung ist die Klassifizierung und räumliche Darstellung von Waldökosystemen auf möglichst umfassender naturwissenschaftlicher Basis, mit Betonung der abiotischen Komponenten, die unter dem Begriff Standort zusammengefasst werden.
Der Standort ist die Summe aller ökologisch wirksamen (abiotischen) Umweltfaktoren auf ein Ökosystem.
Unter **Waldstandort** wird die Gesamtheit der an einem Ort für die Entwicklung der Waldbäume und Waldgesellschaften maßgeblichen Umweltfaktoren verstanden. Sie werden im wesentlichen von Klima, Geländeform und Boden bestimmt.
Waldgesellschaften sind von Bäumen dominierte Gemeinschaften von Pflanzen, die einerseits in enger Beziehung zu den Standortsmerkmalen stehen, andererseits aber durch menschliche Eingriffe (Bewirtschaftung, Immissionen) verändert werden können. Unter gegebenen Standortsbedingungen haben Waldgesellschaften eine bestimmte Konkurrenz- und Regenerationsökologie und sind durch natürliche und anthropogene Sukzessionsvorgänge mit bestimmten anderen Waldgesellschaften verbunden.
Die eigentlichen Wachstumsfaktoren (Wärme, Licht, Wasser, Nährstoffe), der Energie- und Stoffhaushalt selbst können in der Praxis kaum direkt ermittelt werden. Daher werden zu ihrer Anschätzung im Gelände erkennbare **Standortsmerkmale** erhoben. Das sind der direkten Beobachtung bzw. Messung zugängliche Ausprägungen von Lage, Klima, Boden und Vegetation (z.B. Geländeformen, Bodeneigenschaften, Auftreten von Pflanzen) bzw. leicht messbare Kennwerte (z.B. bodenanalytische Daten),.
Einzelstandorte mit ähnlicher Faktorenkombination und mit ähnlichen Wuchsbedingungen, gleichem Gefährdungs- und Leistungspotential und gleichen waldbaulichen Möglichkeiten werden zu einer **Standortseinheit** (Synonym: Standortstyp) zusammengefasst. Die Standortseinheit ist die forstökologische Grundeinheit, innerhalb der weitgehend gleiche Standortseigenschaften vorliegen. Sie umfasst Standorte, die in nicht degradiertem Zustand die gleiche Wuchsleistung/Ertragsfähigkeit erwarten lassen und auf dieselbe waldbauliche Behandlung gleichartig reagieren. Standortseinheiten werden nach Unterschieden in den langfristig unveränderlichen, vom Menschen schwer beeinflussbaren Eigenschaften (Regionalklima, Boden-

form, Reliefform, Höhenlage, Grundgestein, Wasserhaushalt, schwer veränderliche Komponenten des Bodens wie Textur, Gründigkeit und davon abgeleitete hydrologische Verhältnisse) voneinander abgegrenzt. Die Standortseinheit erfasst daher die primäre, **potentielle Standortsqualität**, das **Standortspotential**.

Dem steht der **aktuelle Standortszustand** gegenüber, der von in kürzeren Zeiträumen veränderlichen, leicht beeinflussbaren Eigenschaften geprägt wird (Humus, Oberbodenstruktur, Lichtverhältnisse, Kleinklima, aktuelle Nährstoffversorgung, Basenhaushalt u.a.m.). Die Vegetation ist teils Faktor, teils Indikator des Standortszustandes. Biotopkartierungen beschreiben meist temporäre Phänomene und damit den aktuellen Zustand der Standorte.
Diese Trennung zwischen „langfristig unveränderlich“ und „temporär“ ist zwangsläufig unscharf und eine Frage der Zeitdimension (vgl. Auwaldstandorte). Der Ansatz der Forstlichen Standortskartierung dazu ist pragmatisch: Der Bezugszeitraum umfasst zumindest eine natürliche Bestandesrotation (Initialphase–Zerfallsphase) oder eine Sukzessionsperiode über das Vorwaldstadium hinweg.

2.1 Grundsätze des kombinierten Kartierungsverfahrens

Die Forstliche Standortskartierung erfolgt in Österreich nach einem kombinierten, mehrstufigen Verfahren (Synonyme: biophysiographische Methode, „total site”, „ökologische Standortsklassifizierung”) mit separater Erfassung des temporären Standortszustandes. Kartiert werden Lokalformen in einem offenen System.
Das kombinierte Verfahren verwendet geographische, landschaftsmorphologische, geologisch-petrographische, bodenkundliche, klimatische, vegetationskundliche und sonstige regional oder örtlich bedeutsame Kriterien gemeinsam zur Beschreibung und Abgrenzung von Standortseinheiten. Die Standortsbeschreibung beruht auf einer Betrachtung aller Standortsfaktoren. Diese kombinierte Arbeitsweise erfolgt bei jedem Arbeitsschritt, nicht erst nach Abschluss der Geländearbeiten. Sie ist Basis der meisten modernen Kartierungsverfahren, geht aber schon auf KRAUSS (1936) zurück.
Der wesentliche Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass eine sichere Klassifizierung möglich ist: Wegen der engen Wechselwirkung der einzelnen Standortsfaktoren reichen bei Ausfall eines Merkmals die anderen Befunde für die Zuordnung einer Fläche zu einer Standortseinheit aus. Offensichtliche Widersprüche von Merkmalskombinationen können Störungen (Degradationen etc.), also Differenzen zwischen Standortspotential und aktuellem Standortszustand, aufdecken. Vor allem jedoch wird die Abgrenzung bereits gefasster Standortseinheiten im Gelände erleichtert, da dafür das jeweils auffälligste Merkmal herangezogen werden kann.
Die Methode erlaubt eine gutachtliche Gewichtung der Merkmale. Je nach den spezifischen regionalen Verhältnissen kann das Augenmerk mehr auf den Boden, auf die Vegetation, das Relief oder den Wasserhaushalt gelegt werden.
Eine vegetationskundliche Aufnahme alleine wäre nicht ausreichend, weil sie den aktuellen Zustand, nicht aber die standörtlichen Zusammenhänge und das Standortspotential zum Ausdruck bringt.
Oft haben unterschiedliche Standortsfaktoren eine ähnliche Wirkung auf das Ökosystem. So kann unzureichende Wasserversorgung durch Oberhanglage oder aber durch seichtgründige oder leichte oder steinige Böden verursacht werden. Diese als „Ersetzbarkeit der Faktoren“ bekannte Tatsache darf bei der Standortsklassifikation nicht dazu führen, dass verschiedene

Parameter alternierend zur Fassung ein und derselben Standortseinheit herangezogen werden, ohne dass diese Parameter selbst dokumentiert werden. Dies würde einen Verlust an Information bedeuten: Die Einzelparameter und ihre Grenzziehung wären nicht nachvollziehbar und die Standortseinheit nur mehr für die vorgegebene Fragestellung interpretierbar.
Damit darf nicht die Kartierungstechnik des Kombinierten Verfahrens verwechselt werden: Hier kann alternierend auf wenige ausgewählte Merkmale bereits wohl definierter Standortseinheiten als Indikatoren zurückgegriffen werden (z. B. Vegetation anstelle von Humustyp, Relief anstelle von Wasserhaushalt), nachdem eine enge Korrelation der zur Wahl stehenden Indikatoren innerhalb der Standortseinheit bereits nachgewiesen wurde.

2.2 Gliederungskategorien des kombinierten Kartierungsverfahrens

Das Gliederungsprinzip der Standortsklassifikation im mehrstufigen Verfahren besteht in der Einordnung der Standorte in regionale und lokale Kategorien.
Dieses in der Literatur favorisierte top down-Prinzip - Vorlauf der großräumigen Gliederung vor der Detailkartierung - ist eher eine pragmatische Notlösung denn ein theoretisch begründetes Erfordernis. Eine Abgrenzung regionaler Großeinheiten setzt bereits ausreichende Lokalkenntnis voraus, die erst im Zuge langjähriger Erkundungs- und Kartierungsarbeit gewonnen wird. Diese Voraussetzung ist bei den meisten mitteleuropäischen Systemen bereits gegeben, ohne dass dies in den jeweiligen Methodenbeschreibungen entsprechend gewürdigt würde.

<u>Regionale Klassifikation:</u>
Wuchsgebiete (siehe unten); Wuchsbezirke
Klimatische Höhenstufen

<u>Lokale Klassifikation:</u>
Standortseinheiten als zentrale Befund- und Kartierungseinheiten.
Sie können zu größeren Gruppen zusammengefasst werden:

- Einheitengruppen nach zusammenfassenden Kriterien (Wasserhaushaltsklassen, Trophiestufen, Ökoserien) für Gebietsvergleiche.
- Standortsgesellschaften werden zur Darstellung von Mosaikstandorten oder Toposequenzen für kleinmaßstäbige Übersichten verwendet.
- Zustandsformen

2.2.1 Regionale Kategorien

2.2.1.1 Wuchsgebiete

Die höchstrangige Regionalgliederung der Waldstandorte Österreichs ist durch die Wuchsgebiete, großlandschaftliche Einheiten, gegeben (Kilian, Müller & Starlinger 1994). Die Wuchsgebiete (WG) sind nach forstökologischen Gesichtspunkten gefasste Naturräume mit weitgehend einheitlichem Klimacharakter. Sie sind durch einen Komplex potentieller natürlicher Waldgesellschaften gekennzeichnet, die mit Höhenstufe, Gestein und Relief variieren. Die Wuchsgebiete dienen als regionale Bezugsbasis für alle flächendeckenden forstlichen Erhebungssysteme wie Waldinventur, Waldschadenbeobachtungssystem, Bodenzustandsinventuren, aber auch für viele Forschungsprojekte. Sie sind die rechtliche Grundlage für den

Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut. Ihre Umgrenzung ist in der Verordnung über forstliches Vermehrungsgut (BGBL.163, 1996 VO Nr. 512) gesetzlich verankert.
Im Vordergrund der naturräumlichen Charakteristik der Wuchsgebiete stehen das Regionalklima und geomorphologische Großeinheiten. Im einzelnen kann die Wichtung der Faktoren abweichen; meist hat das Klima Vorrang: So erstrecken sich z.B. die Nördlichen Kalkalpen im Westen über drei markante Klimazonen und müssen daher auf entsprechende Wuchsgebiete aufgeteilt werden.
Entscheidender Indikator für die Wuchsgebiete sind jeweils die Regionalwaldgesellschaften (das sind die potentiellen natürlichen Waldgesellschaften der Normalstandorte in der montanen Stufe der jeweiligen Region).
Die Wuchsgebiete sind zu Hauptwuchsgebieten (HWG) zusammengefasst. Eine Untergliederung in Wuchsbezirke ist vorgesehen, wird aber erst im Zuge fortschreitenden Wissens über die Standorte Österreichs möglich werden.

Tabelle 1: Übersicht über die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs (KILIAN, MÜLLER & STARLINGER 1994)

Code	Hauptwuchsgebiet	Code	Wuchsgebiet
1.	Innenalpen	1.1	Innenalpen - kontinentale Kernzone
		1.2	Subkontinentale Innenalpen – Westteil
		1.3	Subkontinentale Innenalpen – Ostteil
2.	Nördliche Zwischenalpen	2.1	Nördliche Zwischenalpen – Westteil
		2.2	Nördliche Zwischenalpen – Ostteil
3.	Östliche und Südliche Zwischenalpen	3.1	Östliche Zwischenalpen – Nordteil
		3.2	Östliche Zwischenalpen – Südteil
		3.3	Südliche Zwischenalpen
4.	Nördliche Randalpen	4.1	Nördliche Randalpen – Westteil
		4.2	Nördliche Randalpen – Ostteil
5.	Östliche Randalpen	5.1	Niederösterreichischer Alpenostrand (Thermenalpen)
		5.2	Bucklige Welt
		5.3	Ost- und Mittelsteirisches Bergland
		5.4	Weststeirisches Bergland
6.	Südliche Randalpen	6.1	Südliches Randgebirge
		6.2	Klagenfurter Becken
7.	Nördliches Alpenvorland	7.1	Nördl. Alpenvorland – Westteil
		7.2	Nördl. Alpenvorland – Ostteil
8.	Sommerwarmer Osten	8.1	Pannonisches Tief- und Hügelland
		8.2	Subillyrisches Hügel- und Terrassenland
9.	Mühl- und Waldviertel	9.1	Mühlviertel
		9.2	Waldviertel

2.2.1.2 Höhenstufen

Höhenstufen sind vertikale Klima- und Vegetationsgürtel. Sie überlagern im Bergland die regionale Eigenart der Wuchsgebiete. Waldbaulich und für die Herkünfte haben sie sogar Vorrang vor den Wuchsgebieten, sind aber in den stark gegliederten alpinen Lagen kleimaßstäbig nicht darstellbar und daher den Wuchsgebieten unterzuordnen.
Die Abgrenzung der Höhenstufen erfolgt nicht nach definierten Höhenlagen, sondern nach den vorherrschenden Waldgesellschaften. Es werden unterschieden:

Planar-kolline Stufe: Eichen-Hainbuchen- und Eichenwälder; planar ohne Rotbuche.

Submontane Stufe: Übergangsbereich zwischen kollinen Eichen-Hainbuchen-Wäldern mit hochwaldtauglicher Buche und tiefmontanen Buchenwäldern mit Eiche und Hainbuche.

Montane Stufe: außeralpin und in den Randalpen Buchen- und Fichten-Tannen-Buchen-Wälder, in den Zwischenalpen Fichten-Tannen-Wälder, in den Innenalpen Fichtenwälder. Die Grenze zur subalpinen Stufe ist durch die obere Verbreitungsgrenze von Buche und Tanne markiert; wo Tanne und Buche regional (Innenalpen) fehlen, durch die Obergrenze von Bergahorn und Rotföhre. Weiter untergliedert in:

Tiefmontan: Optimum der Buche; Tanne, Eichen und Rotföhre beigemischt. In den Zwischenalpen hat Buche nur in dieser Stufe Bedeutung.

Mittelmontan: Kernbereich des Fichten-Tannen-Buchen- Mischwaldes; Fichte ist hier in allen Wuchsgebieten maßgeblich beteiligt. Mischbaumarten v.a. Lärche, Bergahorn, (Rotföhre); Esche und Sommerlinde erreichen hier ihre Obergrenze.

Hochmontan: in den Randalpen noch Buche, mitunter auch reine Buchenbestände. Zur Unterscheidung gegen mittelmontan z.B. *Luzula sylvatica, Calamagrostis villosa*

Tiefsubalpine Stufe: einheitlich in allen WG Fichtenwälder mit Lärche, in den Innen- und Zwischenalpen mit Zirbe. In den Innenalpen noch vereinzelt Rotföhre. Unterschied zur montanen Stufe: Bestandesstruktur und Krautschicht.

Hochsubalpine Stufe: In den Innenalpen und Silikat-Zwischenalpen Zirben-Lärchen-Wald. In den Randalpen Latschengebüsche.

Karte 1: Übersicht über die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs

Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs

1.1 Innenalpen-kont. Kernzone
1.2 Subkont. Innenalpen-Westteil
1.3 Subkont. Innenalpen-Ostteil
2.1 Nördl. Zwischenalpen-Westteil
2.2 Nördl. Zwischenalpen-Ostteil
3.1 Östl. Zwischenalpen-Nordteil
3.2 Östl. Zwischenalpen-Südteil
3.3 Südl. Zwischenalpen
4.1 Nördl. Randalpen-Westteil
4.2 Nördl. Randalpen-Ostteil
5.1 Niederösterr. Alpenostrand (Thermenalpen)
5.2 Bucklige Welt
5.3 Ost- und Mittelsteirisches Bergland
5.4 Weststeirisches Bergland
6.1 Südliches Randgebirge
6.2 Klagenfurter Becken
7.1 Nördl. Alpenvorland-Westteil
7.2 Nördl. Alpenvorland-Ostteil
8.1 Pannon. Tief- u. Hügelland
8.2 Subillyris. Hügel- u. Terrassenland
9.1 Mühlviertel
9.2 Waldviertel

0 20 40 60 80 100 km

Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien
Waldforschungszentrum
TeamGIS - FBVA

2.2.2 Lokale Gliederungskategorien

2.2.2.1 Standortseinheit (Synonym: Standortstyp)

Die Standortseinheiten sind innerhalb eines Wuchsgebietes oder -bezirkes auftretende **Lokalformen.** Aufgrund der Standortserkundung werden diese Lokalformen für jedes Wuchsgebiet (-bezirk) gesondert („offenes System") gefasst. Dies schließt nicht aus, dass vergleichbare Einheiten in mehreren Wuchsbezirken auftreten können.
Um alle erfassten Standorte mit ihren regionalen Eigentümlichkeiten bestmöglich einreihen zu können, muss die Abgrenzung und Beschreibung der Standortseinheiten flexibel sein, da die Standorte eine Kombination kontinuierlich variabler Faktoren sind, aus welchen zum Zweck der Klassifizierung Stufen oder Klassen abgegrenzt werden. Im Sinne optimaler Vergleichbarkeit und einfacherer Datenhandhabung wäre es naheliegend, die Standortseinheiten nach einem starren Raster vorgegebener skalierter Faktoren zu fassen. Für den hohen Detaillierungsgrad der Forstlichen Standortskartierung ergäbe sich jedoch aufgrund der zahlreichen zu berücksichtigenden Faktoren und Merkmale eine praktisch nicht zu handhabende Anzahl von Standortseinheiten.

„Geschlossene Systeme" vorgefertigter Einheiten, etwa nach einer mehrdimensionalen Faktorenmatrix von Wasserhaushaltsklassen, Nährstoffhaushaltsklassen und Klimazonen, wie ein von PYATT (1995) entwickeltes System, dienen daher vor allem der überregionalen Zuordnung zu größeren Gruppen.

Jede Standortseinheit muss nach einem Satz von Kriterien eindeutig definiert sein; das sind im Regelfall die „obligatorischen" Kriterien, in Einzelfällen hinaus kann (zusätzlich) nach optionalen Kriterien beschrieben und unterschieden werden. Das heißt: In eine Kombination obligatorischer Merkmale (eine Zelle in der vorgegebenen Merkmalsmatrix) können auch innerhalb eines Wuchsgebietes mehrere Einheiten fallen, anderseits können manche dieser Zellen unbesetzt oder mehrere zu einer übergreifenden Standortseinheit zusammengefasst sein.

Es wird, um die Vergleichbarkeit und Transparenz der Standortseinheiten zu wahren, ein verbindlicher Mindeststandard eingehalten: Zumindest die obligatorischen Merkmale müssen bei jeder Einheit explizit beschrieben sein. Die Zusammenfassung der Einheit nach alternierenden „ersetzbaren Faktoren" kann nur bei optionalen Merkmalen durchgeführt werden.

Ausgewählte **obligatorische Merkmale („Pflicht-Parameter")** dienen zudem der nachträglichen Einordnung in Einheitengruppen für überregionale Vergleiche (Wasserhaushaltsstufen, Trophiestufen, evtl. ökologische Substratgruppen).

Jede Standortseinheit muss auf lokaler Ebene zumindest durch folgende obligatorische Merkmale („Pflichtparameter") umschrieben sein**:** Wasserhaushalt, Trophiestufe, Lage (Relief), Substrat (Zuordnung zu einer Substratgruppe), Boden: Bodentyp, Bodenart, Gründigkeit/Grobskelett, potentielle natürliche Vegetation (PNV)[1].

[1] Für die Forstliche Standortskartierung verbindlich (im Sinne eines obligatorischenen Merkmals) ist eine Aussage zu der potentiellen natürlichen Baumartenzusammensetzung.
Dabei kann als Ergebnis entweder eine Baumartenzusammensetzung im Sinne des „Standortswaldes" ermittelt werden oder auch die PNV im Rahmen eines syntaxonomisches Systems (z.B. OBERDORFER 1992 oder MUCINA et al. 1993) angegeben werden.

Für die Vollständigkeit jedes Kartierungswerks (-projekts) ist eine **Beschreibung der Standortseinheiten durch obligatorische Merkmale** in Tabellenform notwendige Voraussetzung. Falls zur Differenzierung der Einheiten nötig, werden auch weitere (an sich optionale) Merkmale, etwa kleinklimatische Indikatoren, herangezogen.

Die **Beschreibung** benachbarter Standortseinheiten kann in vielen Merkmalen redundant sein. Zur gegenseitigen **Abgrenzung** genügen daher oft wenige, auch nur „optionale“ Merkmale. Die Standortseinheit und ihre inhaltliche Abgrenzung zu anderen Einheiten muss jeweils klar definiert sein. Das heißt, es wird daher nicht nur der locus typicus beschrieben, sondern auch die Bandbreite der zulässigen Abweichungen der unterscheidenden Merkmale.

Wasserhaushalt und Trophie sind zusammengesetzte Eigenschaften, welche im Zuge der Klassifizierung erst abgeleitet und taxiert werden müssen (z.B. die Wasserhaushaltsstufen als Integral über alle hydroklimatischen und bodenhydrologischen Standortskomponenten). Gerade die wichtigsten dieser abgeleiteten Standortseigenschaften, der Wasserhaushalt und die Nährstoffversorgung, sind einer Quantifizierung schwer zugänglich und deshalb nur gutachtliche Schätzparameter. Das gleiche gilt für die natürliche Baumartenzusammensetzung bzw. die PNV.
Es ist eine der vordringlichsten Forschungsaufgaben der Standortskunde, verbesserte, zumindest halbquantitative Hilfsgrößen und Skalierungen zu erarbeiten.

Benennung der Standortseinheit
Die Begriffe **Benennung** der Standortseinheit und **Beschreibung** der Standortseinheit haben unterschiedliche Bedeutungen: Während die Beschreibung der Standortseinheit die bestimmenden Merkmale taxativ aufzählt – zur Bearbeitung mittels EDV auch in codierter Form - ist die Benennung der Standortseinheit v.a. ein Hilfsmittel für den Benutzer des Kartierungswerks, die Einheiten im Zuge des Arbeitsvorgangs im Gedächtnis zu behalten. Zielführend ist eine Benennung der Einheiten als eine sinnvolle Kombination von obligatorischen Merkmalen (Angaben zur potentiell natürlichen Vegetation, zur Wasserhaushaltsstufe, der Trophiestufe sowie Angaben zu Relief und Bodentyp) sowie zusätzlicher weiter differenzierender Merkmale.

2.2.2.2 Standortseinheitengruppen

Zu Standortseinheitengruppen können mehrere Standortseinheiten vereinigt werden, die bezüglich ihres Wasserhaushaltes und ihres Nährstoffhaushaltes Ähnlichkeiten aufweisen oder bestimmten Gesteins- und Bodenserien (Kalk) angehören. Auch die potentiellen natürlichen Waldgesellschaften können zur Gruppenbildung herangezogen werden.
Damit stehen auch über den Wuchsbezirk hinaus für forstwirtschaftliche Planungen, für Leistungsvergleiche und sonstige Beurteilungszwecke großräumige (regionale) Unterlagen zur Verfügung.

2.2.2.3 Mosaikeinheiten

Treten unterschiedliche Standorte in enger, aber gesetzmäßiger Mosaiklage auf, die bei gegebenem Kartenmaßstab nicht mehr lagerichtig dargestellt werden kann, können Komplexstandorte kartiert werden. In der Beschreibung werden die Teilstandorte, welche die Mosaike bilden, einzeln beschrieben.

2.2.2.4 Zustandsformen

Die variablen Standortsmerkmale („Zustandseigenschaften” im Sinne der ostdeutschen Kartierung) bestimmen den durch Bewirtschaftung, Immissionen u. a. m. beeinflussten oder herbeigeführten **aktuellen, veränderlichen forstlichen Standortszustand**.
Demnach kann eine Standortseinheit je nach Bestockung und Bestandesgefüge, nach Nutzungen, Nebennutzungen und sonstigen Einflussnahmen im Nebeneinander und Nacheinander mehrere verschiedene Zustandsformen aufweisen. Die aktuelle Standortsqualität (z.B. Wuchsleistung) dieser Zustandsformen kann innerhalb ein und derselben Standortseinheit merklich variieren. Die Kartierung der Standortseinheiten dagegen behält über längere Zeiträume Gültigkeit. Die Ausscheidung von Zustandsformen ermöglicht eine Art Erfolgskontrolle über die ökologischer Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung.
Die Differenz zwischen dem aktuellen Zustand und potentiellen Gleichgewichtszustand bedeutet Degradation („nicht genutzte Naturkräfte“) oder Aggradation (über den Normalzustand hinaus).
Es ist eine wesentliche Aufgabe der Standortskartierung, bei offensichtlich gleichen Bestandesbildern zu unterscheiden, inwieweit es sich um Zustandsformen bzw. Degradationsstadien unterschiedlicher potentieller Standorte handelt.
Relativ kurzfristig veränderlich sind die Humusform und - menge sowie die Bodenvegetation; längerfristig die Basensättigung und der physikalische Oberbodenzustand (Verdichtung und Vernässung).
Zur Beschreibung und zur Kartierung des Standortszustandes können die aktuelle Waldgesellschaft, Bodenvegetionstypen („Vegetationstyp”) und/oder Humusformen sowie waldgeschichtliche Kriterien herangezogen werden.

Bei den bisherigen Kartierungen hat sich zur Darstellung der Zustandsform die aktuelle Bodenvegetation als guter Indikator erwiesen. Die Vegetation ist ein empfindlicher Indikator des temporären Zustandes und gibt insbesondere Auskunft über den gegenwärtigen Humuszustand. Über die relativ einfache Ansprache und Abgrenzung der Vegetationstypen auf der Fläche kann daher auch die Humusform kartiert werden.

3 DURCHFÜHRUNG DER FORSTLICHEN STANDORTSKARTIERUNG

Das hier beschriebene System der Standortskartierung umfasst folgende Arbeitsschritte:

1. Standortserkundung
2. Klassifizierung (Standortsgliederung, Definition der Einheiten)
3. Standortskartierung: Darstellung der flächenhaften Verteilung
4. Interpretation, abgeleitete Themenkarten; Datenverwaltung.

Die Standortserkundung erfolgt als erster, methodisch und formal von der Standortskartierung unabhängiger Schritt vor der Kartierung. Dabei werden in dem vorgesehenen Arbeitsgebiet die Standortsmerkmale der verschiedenen Standorte auf ausgewählten Probeflächen erhoben und dokumentiert. Die Standortseinheiten werden davon durch Vergleich und Verknüpfungsvorschriften (Tabellenordnung, mathematische Modelle u.a.) abgeleitet (Standortsklassifikation).

Vor Beginn der Kartierung liegt daher als Ergebnis von Erkundung und deren Auswertung (Klassifikation) eine vorläufige Standortsgliederung (Schlüssel der Standortseinheiten) des Arbeitsgebietes vor. Oft ist es erforderlich, die Erkundung und die Klassifizierung im Zuge der Kartierung noch zu modifizieren oder zu ergänzen, da die Gliederung im Gelände auf ihre

Anwendbarkeit geprüft wird. Die Standortsgliederung ist daher erfahrungsgemäß erst wirklich endgültig, wenn die Kartierung abgeschlossen ist. Trotz der formal notwendigen Trennung der drei Arbeitsschritte erfolgt der **Arbeitsablauf** deshalb **in iterativen Schritten**.
Das Problem wurde bereits von K. G. KIRSCHNER und G. SCHLENKER (1955) erkannt: *"So ist es .. selbstverständlich, dass einerseits die Standortsgliederung fertig vorliegen muss, ehe mit der Kartierung begonnen wird, dass aber andererseits die Standortsgliederung erst als abgeschlossen gelten kann, wenn die Kartierung beendet ist. Hätten wir ängstlich darüber nachgedacht, in welcher Reihenfolge die einzelnen Abschnitte einander zu folgen haben, so wären wir niemals zu einem Anfang gekommen. Man muss .... nach jedem Schritt rückschauend die vorausgegangenen überprüfen und, wo es Not tut, korrigieren. Manche Schritte müssen zweimal gemacht werden, einmal vortastend und zu einem späteren Zeitpunkt endgültig"*.

3.1 Vorbereitung

3.1.1 Festlegung der Kartierungsumfangs

Fragestellung des konkreten Projektes, vorhandene Mittel und die Kosten bestimmen die Intensität der jeweiligen Standortskartierung. Sie kann sich auch auf eine Regionalerkundung oder -klassifizierung beschränken. Auch die Wahl der Methoden und Hilfsmittel der Erkundung (z.B. Luftbildinterpretation, terrestrische Aufnahmen) hängt nicht zuletzt von den dafür aufzubringenden Kosten ab.

Jede Art von Kartierung bzw. Erkundung kann aber nach dem Bausteinprinzip für andere Anwendungen weiter verwendet werden, sofern die gewählten Standortskriterien objektiv und nach einheitlichen Richtlinien erhoben und beschrieben werden.

Für spezielle Fragestellungen kann der Parametersatz beliebig erweitert werden. Weiterführende Erhebungen, z.B. Biotopkartierungen und Habitatbeurteilungen können auf diesen Grundlagen aufbauen. Allerdings sind Biotopkartierungen selbst in der Regel Inventuren von Habitaten und keine eigentliche Flächenkartierung.

Solche nach einheitlichen Richtlinien erstellte Arbeiten können mit ähnlichen Projekten außerhalb des Waldes (Hochlagen, Grünland, Ackerland, Ödland) verknüpft werden.

3.1.2 Beschaffung und Auswertung von Unterlagen

Eine wichtige Vorbereitung für Kartierungsprojekte besteht im Sichten vorhandener Unterlagen über das Kartierungsgebiet und der Erstellung einer guten Kartengrundlage (Grundkarte = Konzeptkarte) für die Standortskartierung selbst. Die Beschaffung oder Erstellung einer geeigneten topographischen Karte bedeutet auch heute noch einen nicht zu unterschätzenden Vorbereitungsaufwand, da lagerichtige Revierkarten mit Höhenlinien nicht selbstverständlich sind.
Vorhandenes Informationsmaterial über relevante Fachbereiche wird vor den Geländearbeiten umfassend ausgewertet und in die Konzeptkarte übertragen.

3.2 Standortserkundung

3.2.1 Übersichtsbegehung (Vorerkundung)

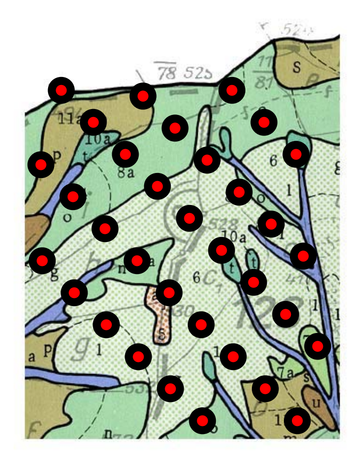
Vor der eigentlichen Standortserkundung wird anhand der Konzeptkarte eine Informationsbegehung durchgeführt. Dadurch kann ein Überblick über die allgemeinen standortskundlichen Verhältnisse, über Zusammenhänge zwischen Geologie, Boden und Vegetation gewonnen werden. An Bodenaufschlüssen wie Weganschnitten und Steinbrüchen können bereits gewisse Gesetzmäßigkeiten beobachtet werden.

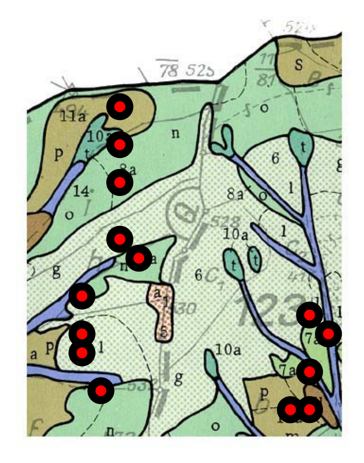
3.2.2 Erfassung der Eigenschaften des Kartierungsgebietes über Probepunkte

Die Standortserkundung erfolgt grundsätzlich punktuell durch exakte Aufnahme und Dokumentation der Standortsmerkmale und der Vegetation an Probeflächen. Aus diesen Aufnahmen werden die dominanten Standortsfaktoren und in weiterer Folge Standortseinheiten abgeleitet. Die dokumentierten Punktdaten machen die getroffenen Entscheidungen zur Klassifikation sowie die davon abgeleiteten Folgerungen nachvollziehbar.
Die Anordnung der Probeflächen kann

- in einem geometrischen Punktraster,
- entlang von Transekten oder
- an repräsentativen Punkten, die aufgrund der Vorerkundung gezielt ausgewählt wurden, erfolgen

Am günstigsten, vor allem wenn das Erkundungsgebiet wenig bekannt ist, sind Transekte und Toposequenzen zur Festlegung der Aufnahmepunkte, um mit geringem Aufwand die ökologische Bandbreite des Untersuchungsgebiets abzudecken. Eine Vorstratifizierung aufgrund von Fernerkundung und thematischen Kartenunterlagen leistet hier Unterstützung.





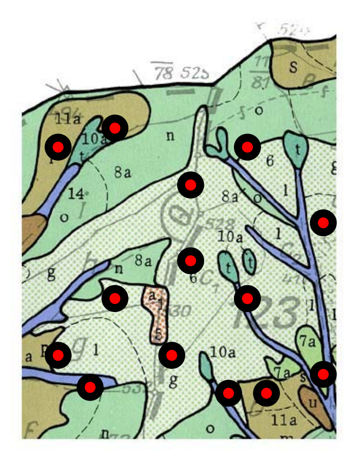


Abbildung 1: Anordnung von Probeflächen zur Standortserkundung in (links) einem geometrischen Punktraster, entlang von Transekten (Mitte) oder (rechts) an repräsentativen Punkten. (hier über die fertige Standortskarte gelegt)

Zumindest die wichtigsten Standortseinheiten und die Stufen der Hauptparameter sollten aufgrund theoretischer Überlegungen mit 5 bis 10 Stichproben repräsentiert sein. Als Faustformel für die Stichprobenzahl wird auch n^2 bei n Standortseinheiten angegeben. Das setzt einerseits die Vorauskenntnis der Einheitenanzahl im Arbeitsgebiet voraus und führt andererseits – für große Einheitenzahlen - zu unrealisierbaren Werten: z.B. 900 Stichproben für 30 Einheiten. Bei exakten Aufnahmen der Vegetation, des Bestandes und des Bodens an Profilgruben einschließlich Probenwerbung liegt die realisierbare Obergrenze erfahrungsgemäß bei 60 bis 120 Probeflächen. Mit fortschreitendem Kenntnisstand kann in benachbarten, ähnlichen Gebieten die Zahl der notwendigen Probeflächen entsprechend verringert werden, bis schließlich die Erkundung für ein ganzes Wuchsgebiet repräsentativ ist und nur mehr stichprobenartig oder für Sonderstandorte ergänzt werden muss.

3.2.2.1 Auswahl der Standorte

Der große Zeitaufwand zur Aufnahme der standörtlichen, bodenkundlichen und vegetationskundlichen Merkmale der Probeflächen erfordert eine entsprechend sorgfältige Flächenauswahl. Die Flächen werden in nach Geländeform, Geologie, Boden und Bestand **homogenen** Standorten platziert um später einer einzelnen Standortseinheit zugeordnet werden zu können. Sie sollten in sich homogen sein, d. h. keinen deutlich sichtbaren Standortsgradienten, aber auch keine Störungen durch Wege, Fahrspuren, Wildfütterungen sowie ausreichend Abstand zu Wald – Feld - Grenzen und verhagerten Bestandesrändern aufweisen.
Die Probepunkte sollen vorzugsweise in Altbeständen liegen, insbesondere in naturnahen Beständen zur Ermittlung der Potentiellen Natürlichen Waldgesellschaft. Zur Beurteilung der Sukzessionsdynamik und allfälliger Degradationsstadien sowie bei Mangel an Altbeständen können jedoch auch Aufnahmen in Schlägen, Jungwüchsen und standortsfernen Bestandesformen notwendig sein.
Für die Vegetationsaufnahmen muss eine Mindestgröße von (100-)200 m^2 gegeben sein, um die vollständige Artengarnitur der aufgenommenen Gesellschaft zu erfassen. Die Aufnahmefläche sollte im Sinne einer möglichst großen standörtlichen Homogenität eine Fläche von 400-500 m^2 nicht wesentlich überschreiten.
Es ist zweckdienlich, im Gelände sichtbare Standortsgradienten durch einen Transekt aus mehreren Vegetationsaufnahmen abzudecken, oder nebeneinander liegende, bodenkundlich ± gleiche Flächen aufzunehmen, die sich nur durch unterschiedliche Vegetationszusammensetzung (Baumarten) unterscheiden.

3.2.2.2 Erhebungsgegenstand

Gegenstand der Erhebungen sind:

1) Klima (Zuordnung zu Wuchsgebiet, Beachtung lokalklimatischer Eigenheiten)
2) Höhenstufen
3) Geländeformen
4) geologischen und petrographischen Verhältnisse
5) Bodenverhältnisse, Bodentypen, Humusformen
6) Vegetation
7) Wasserhaushalt
8) Wald- und Forstgeschichte, Waldwirtschaft
9) Waldwachstum

Die Aufnahme der Probeflächen sollte möglichst exakt und umfassend sein, auch wenn darauf aufbauend nur eine relativ einfache Kartierung vorgesehen ist. Erst im weiteren Arbeitsverlauf und aufgrund der bei der Erkundung gewonnenen Informationen wird erkennbar, welche der Informationen für das konkrete Projekt von Bedeutung sind. Versäumnisse bedeuten zumindest Zeitverlust und nachträglichen Mehraufwand.
Als Beispiel für den Umfang der Standorts- und Vegetationsaufnahmen und für eine EDV-gerechte Aufnahme kann das im Anhang dargestellte Formblatt dienen. In jedem Fall soll die Stichprobe eine Vegetationsaufnahme und eine Beschreibung des Bodenprofils umfassen.
Nur von einer Auswahl der Profile können in der Regel Bodenproben geworben und analysiert werden. Mit den Bodenanalysen sollen die im Zuge der Erkundung ausgeschiedenen Standortseinheiten belegt oder aber konkrete Fragestellungen - etwa über Unterschiede des Substrates und der Trophie - entschieden werden.
In gewissem Sinne ist auch die Erkundung selbst ein iterativer Vorgang. Im günstigsten Falle dienen Bodenanalysen und Vegetationstabellen lediglich der Kontrolle bzw. Bestätigung dessen, was durch Feldbefunde bzw. deren Auswertung quantitativ und qualitativ erkannt wurde. Sie können diese vorläufigen Entscheidungen aber auch widerlegen, so dass eine entsprechende Modifikation der Gliederung und allenfalls Nacherkundung notwendig wird.

3.2.3 Obligatorische Merkmale und Standortseigenschaften zur Aufnahme, Herleitung und Beschreibung der Standortseinheit („Pflichtparameter“)

Aufnahmetechniken und Skalierung der meisten Standorts- und Bodenmerkmale sind weitgehend normiert, Codierungsschlüssel zur effizienten Datenverwaltung stehen zur Verfügung. Unter anderem auf Arbeiten von KILIAN & MAJER (1990), BLUM, SPIEGEL & WENZEL (1996), ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996), SCHWARZ, et al. (1999) aufbauend, wurden diese Normierungen und Schlüssel für die forstliche Standortsaufnahme in ENGLISCH & KILIAN ([Hrsg.] 1998) zusammengefasst. Zur Boden- und Humustypisierung sollte NESTROY et al. (2000) verwendet werden.

3.2.3.1 Lage (Relief)

Wesentliche den Standort bestimmende Faktoren wie Intensität der Sonneneinstrahlung und Wasserhaushalt hängen von Exposition, Neigung sowie Form und Ausdehnung der Geländeeinheit ab. Als Klassifizierungskriterium können markante Merkmalskombinationen (z. B. Oberhänge und Rücken) zusammengefasst werden. Ebenso wird beim Merkmal Exposition eine Unterscheidung in Sonn- und Schattseite ausreichen. Die Wirkung austrocknender Winde, Abschattung vom Gegenhang u.a.m. sind dabei zu berücksichtigen.

3.2.3.2 Grundgestein - Substratgruppen

Das Substrat als bodenbildendes Ausgangsmaterial ist einer der vorrangigen boden- und standortsprägenden Faktoren. Für die Kartierung wird eine ökologisch orientierte, lithologische Gliederung in Substratgruppen aufgrund des Mineralbestandes und des Verwitterungsverhaltens verwendet.
Für grobe regionale Vergleiche werden Substratgruppen nach KILIAN & MAJER (1990), SCHWARZ et al. (1999) oder KOCH & HEILIG in ENGLISCH & KILIAN ([HRSG.] 1998) herangezogen.

Eine deskriptive Angabe über das Substrat jeder Standortseinheit ist erforderlich. Substratgruppen können auch zur Bildung von übergeordneten Standortseinheitengruppen herangezogen werden.

3.2.3.3 Boden

Zum obligatorischen Merkmalssatz bei der Aufnahme gehören:

- Bodentyp: Bodentypen fassen viele ökologisch relevante Parameter des Bodens zusammen. Die Praxis hat allerdings gezeigt, dass der Bodentyp keineswegs eine ökologisch eindeutige Größe ist. In konkreten Fällen (z.B. Hanglagen in den Zentralalpen) wechseln Bodentypen (z.B. Braunerde und Podsol) auf engstem Raum ohne irgend einen erkennbaren ökologischen Effekt. Es kann also für manche Standortseinheit durchaus angebracht sein, mehrere Bodentypen bzw. bodensystematische Einheiten zusammenzufassen.
- Durchschnittliche Bodenart (Textur) einschließlich Schätzung des Grobanteils, oder gegebenenfalls charakteristische Profilfolge der Bodenart.
- Gründigkeit.
- Als optionale Unterscheidungsmerkmale können zusätzlich alle weiteren Bodenmerkmale herangezogen werden, sofern sie im Gelände leicht und flächenhaft erkennbar sind oder sie mit anderen, leicht erkennbaren Kriterien eng korrelieren (Zeigerpflanzen, Relief), so dass nach diesen kartiert werden kann.

3.2.3.4 Klima

Der Zeitraum der Klimamessung muss lange genug sein, um die Herleitung von statistischen Kennwerten (Mittelwerte, Extremwerte, Häufigkeitsverteilungen) der Klimaelemente zu erlauben. Mit diesen Kennwerten werden alle an einem Ort möglichen atmosphärischen Ereignisse und Zustände in einem für diesen Ort typischen Intensitäts- und Häufigkeitsrahmen erfasst. Konventionsgemäß wird dafür ein Zeitraum von 30 Jahren gewählt, derzeit bezieht man sich auf den Zeitraum 1961-1990.

Groß- oder Makroklima

Das Makroklima wurde bei der Klassifikation der Wuchsgebiete und Höhenstufen (KILIAN, MÜLLER & STARLINGER 1994) als wesentliches Merkmal berücksichtigt.

Gelände- oder Lokalklima

Das Meso- und Mikroklima eines Standortes wird – als Abwandlung des Makroklimas – geprägt durch

- das Relief, Neigung und Exposition
- die relative Höhe zur Umgebung
- die Oberflächenbeschaffenheit (Bewuchs, Mineralboden oder dicke Auflage, etc.)

Das Mesoklima, soweit es durch das Gelände geprägt ist, kann wie das Makroklima hier als stabil angesehen werden.

Die mikroklimatische Situation ist jedoch in hohem Maß von der Vegetation selbst abhängig (z.B.: dichter Baumbestand, Bestandeslücke, dichte Bodenvegetation oder nackte Bodenoberfläche etc.) und damit über die Zeit veränderlich.

Bei Kartierungsprojekten sind eigene Messungen von meteorologischen Daten zur Charakterisierung von Meso- und Mikroklima, sowohl was den Zeitaufwand als auch den Ressourcen-

einsatz betrifft, so gut wie unmöglich. Daher wird üblicherweise auf vorhandene Datenquellen zurückgegriffen. Zusätzlich können im Gelände erfassbare Merkmale aufgenommen werden, die Rückschlüsse auf das Meso- und Mikroklima zulassen (vgl. ENGLISCH & KILIAN [Hrsg.] 1998).

3.2.3.5 Wasserhaushalt

Gerade der besonders wichtige Standortsfaktor Wasserhaushalt ist nicht exakt quantifizierbar. Es muss deshalb eine integrale, gutachtlich Einstufung in „Wasserhaushaltsstufen" erfolgen, welche etwa einen Jahresquerschnitt der Wasserversorgung wiedergeben sollen. Als Hilfsmittel für eine verbesserte Ansprache des Wasserhaushaltes stehen eine Reihe von halbquantitativen Verfahren und Merkmalen zu Verfügung, beispielsweise die Feuchte-Zeigerwerte der Vegetation.
Der Feuchtezustand ist auch von der Evapotranspiration des Bestandes (z.B. vernässte Blöße versus sehr frischer Bestand), der Lage und Dichte des Wurzelhorizontes u. a. m. abhängig. Anzustreben ist die von der aktuellen Vegetationsdecke unabhängige Angabe einer potentiellen Wasserhaushaltsstufe.
Es wird zwischen Geländewasserhaushalt und Gesamtwasserhaushalt unterschieden. Der Geländewasserhaushalt wird von Geländemorphologie, Untergrund und Boden, insbesondere dessen Gründigkeit und Textur bestimmt. Er ist damit relativ klar definiert und einigermaßen quantifizierbar, hat jedoch nur innerhalb eines Wuchsgebietes und einer klimatischen Höhenstufe Gültigkeit. Ein überregionaler Vergleich ist nicht oder nur bedingt möglich.
Die Kombination des Geländewasserhaushaltes mit der hydroklimatischen Eigenart (Niederschlag, Verdunstung - „Klimafeuchte") des Wuchsgebietes und der Höhenstufe führt zum Gesamtwasserhaushalt. Dieser beschreibt überregional vergleichbare Wasserhaushaltsklassen: „frisch" bedeutet dann in Vorarlberg die gleiche Wasserversorgung wie im Leithagebirge.
Für das Wasserangebot an die Pflanze ist der Gesamtwasserhaushalt entscheidend. Er bestimmt die ökologische Eignung des Standortes für die Nutzpflanze. Er schlägt sich in den Zeigerwerten der Vegetation nieder und ist daher Gegenstand vegetationskundlicher Beurteilung des Wasserhaushaltes.
Für die Herleitung der Standortseinheit wird daher der Gesamtwasserhaushalt herangezogen. Es werden folgende Wasserhaushaltsstufen unterschieden:

Tabelle 2: Übersicht über die Wasserhaushaltsstufen

Code	Bezeichnung
0	zu trocken für Wald
1	trocken
2	mäßig trocken
3	mäßig frisch
4	frisch
5	sehr frisch
6	feucht
7	nass
8	zu nass für Wald

Eine weitere Unterteilung der Stufen ist möglich (z.B. „betont frisch“ als Zwischenstufe zwischen frisch und sehr frisch);
Diese Skala gilt für alle Arten der Wasserzufuhr. Die bodenhydrologischen Verhältnisse werden zusätzlich nach Art (Grundwasser, Hangwasser, Stauwasser), Dauer (überwiegende Trockenphase, gleich lange Trocken-/Nassphasen, überwiegende Nassphase) und Intensität (z.B. schwache Staunässe) charakterisiert.

3.2.3.6 Nährstoffhaushalt - Trophiestufen

Die Nährstoffversorgung ist neben dem Wasser- und Wärmehaushalt für den Pflanzenwuchs entscheidend. Für verschiedene Teilaspekte stehen quantitative Richtwerte und Analysendaten zu Verfügung (Bodenanalysendaten, Nadelspiegelwerte einzelner Baumarten). Für die Standortsklassifizierung selbst ist eine zusammenfassende Beurteilung des Nährstoffhaushaltes notwendig.
Der Begriff Trophie beinhaltet die Vorstellung einer ausgewogenen Vielfalt des Nährstoffhaushaltes. Er ist für die Gliederung der Standortseinheiten eigentlich nicht ganz korrekt, weil er auch temporär variable Kriterien wie biologische Aktivität, Humusumsatz und Artenvielfalt beinhaltet. Er ist hier eigentlich als „potentielle Trophie” zu verstehen.
Auch hier ist nur eine gutachtliche Einstufung möglich. Das analytisch fassbare Nährstoffangebot des Bodens allein ist keineswegs ein eindeutiges Kriterium für den tatsächlichen Ernährungszustand des Waldes. Vor allem sind folgende Aspekte zu beachten:
Der Vorrat an Bodeninhaltsstoffen, der im Laufe der Nachwitterung allmählich zur Verfügung steht, ist ein permanentes Kriterium der Standortseinheit. Kurzfristig „pflanzenverfügbare” Nährstoffe sind dagegen ein Kriterium des Standortszustandes. „Pflanzenverfügbar“ ist zudem ein unklarer Begriff, da „Pflanzenverfügbarkeit“ von der Pflanzenart und dem unterstellten Zeitraum abhängig ist.
In Anlehnung an einen Vorschlag der EU-Arbeitsgruppe „site classification” (PYATT 1995) werden für eine zusammenfassende, einfache Einstufung des Nährstoffangebotes 5 Stufen verwendet:

Tabelle 3: Übersicht über die Trophiestufen

sehr arm	dystroph	
arm	oligotroph	
durchschnittlich versorgt	mesotroph	1 Element unzureichend oder alle Elemente mäßig
reich	eutroph	alle Nährelemente ausreichend vorhanden
sehr reich	hypertroph	alle Nährelemente im Überfluss

Eine eigene Klasse „Karbonatböden“ ist nicht vorgesehen. Sie müssen einer der Trophiestufen zugeordnet werden. Der Hinweis auf die ökologische Sonderstellung von Karbonatböden ist bereits durch das Merkmal „Substrat” gegeben.
Vorrangige Kriterien für die Taxation der Trophie sind: Ausgangsgestein (Basenreichtum), Verwitterbarkeit (Korngröße und Tiefe der Verwitterungsschicht), Verwitterungsgrad (Bodenalter, Deckschichten ...) und Speicherkapazität des Bodens.
Bodenanalysen können als eines unter mehreren Kriterien zur gutachtlichen Beurteilung beitragen. Als Richtwerte für das Anbot an einzelnen Nährelementen dienen die 2- und 8- Dezile

der Gesamtgehalte aus der Waldboden-Zustandsinventur, sowie die Basensättigung im Unterboden (vgl. ENGLISCH & KILIAN [Hrsg.] 1998).
Humusform und Vegetation sind ebenso wie die Basensättigung des Oberbodens nur bedingt geeignet, da sie eher den temporären Zustand und nicht die (potentielle) Standortsqualität ausdrücken.
Die Kartierung erfolgt synoptisch nach Bodenaspekt und Weiserpflanzen.
Die Kriterien Wasserhaushalt und Trophiestufe dienen auch zur Zusammenfassung in Einheitengruppen.

3.2.3.7 Vegetation

Im Gelände tatsächlich aufgenommen und beschrieben werden kann nur die **Aktuelle** (=**Reale,** konkret vorgefundene) **Vegetation**. Ökologisch bedeutsam ist der Grad an Naturnähe der aktuellen Vegetation (reziproker Begriff dazu: Hemerobiegrad). Wesentliches Kriterium dafür ist das Ausmaß der Abweichung der realen Vegetation von der PNV.
Für die Beschreibung bzw. Kartierung der aktuellen (=realen) Vegetation stehen zwei Möglichkeiten zur Auswahl:
Waldgesellschaften[2] werden verwendet, wenn auch die Zusammensetzung der Baumbestände in die Darstellung einbezogen werden soll. Dadurch können Zusammenhänge zwischen Baumartenwahl und der Bodenvegetation verdeutlicht werden. Ob die Waldgesellschaften als Einheiten eines pflanzensoziologischen Gliederungssystems (s.u.) mit standardisierter Nomenklatur oder als frei benannte lokale Gesellschaften behandelt werden, hat in erster Linie Auswirkungen auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse über das eigene Arbeitsgebiet hinaus. Wenn die PNV (siehe oben) im selben Gliederungsschema behandelt wird, ist eine unmittelbare Vergleichbarkeit zwischen Potentieller Natürlicher Vegetation (PNV) und aktueller Vegetation gegeben.
Vegetationstypen (in Anlehnung an die „Waldtypen“ nach HUFNAGL 1970) werden aus einer Kombination einiger dominanter Arten der Kraut- und Moosschicht gebildet und dienen vor allem zur Charakterisierung der Bodenvegetation. Die Stärke dieses Konzeptes liegt in der einfachen Anwendung, da nur wenige dominante Arten berücksichtigt werden. Eine Anpassung des vorgegebenen Gliederungsschemas an lokale Verhältnisse ist nötig und sollte im Erläuterungsband zur Standortskartierung ausreichend erläutert werden. Die Vegetationstypen finden in der österreichischen forstlichen Praxis breite Anwendung. Insbesondere die Vegetationstypen degradierter Standorte (Vergrasungen, Verhagerungs- und diverse Zwergstrauchtypen) dokumentieren Humusformen und Oberbodenstörungen sehr differenziert. Die Aussagekraft einer Unterscheidung zwischen den anspruchsvolleren und meist naturnäheren „Kräutertypen“ insbesondere im Laubwaldgebiet ist hingegen gering. Die Vegetationstypen eignen sich als Weiser für den temporären Standortszustand, insbesondere die Belichtungsverhältnisse, die Humusform, das aktuelle Nährstoff- und Wasserangebot im Oberboden. Sie sind damit auch für die Beurteilung des unmittelbaren waldbaulichen Handelsbedarfes und Behandlungserfolges dienlich.
Die Durchführung von Vegetationsaufnahmen ist Teil der Erhebung aller verfügbaren Standortsmerkmale bei der Standortserkundung.
Die Vegetationsaufnahme besteht aus einer vollständigen, nach Schichten getrennten Liste der auf der Fläche vorkommenden, nach ihrer Mächtigkeit bewerteten Pflanzenarten. Erhoben

[2] Für Waldschläge etc. sollte diesbezüglich der Ausdruck „Pflanzengesellschaft“ verwendet werden.

werden Gefäßpflanzen und boden- bzw. humusbewohnende Moose und Flechten. Die Artmächtigkeit wird mit einer kombinierten Abundunz-/Dominanzskala geschätzt.

Tabelle 4: Kombinierte Abundanz-/Dominanzskala zur Angabe der Artmächtigkeit nach BRAUN-BLANQUET (1951), verändert nach WESTHOFF & VAN DER MAAREL (1978)

Code	Dominanz	Abundanz
r	<5 %	ganz vereinzelt (meist nur ein Individuum)
+		spärlich
1		reichlich
2m		sehr zahlreich
2a	5-12.5 %	
2b	12.5-25 %	
3	25-50 %	
4	50-75 %	
5	75-100 %	

Bei der Aufnahme werden zumindest 4 Einzelschichten, nämlich Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht unterschieden (vgl. z. B. ENGLISCH & KILIAN [Hrsg.] 1998).
Die ungefähren Höhengrenzen zwischen den Schichten, sowie die Gesamtdeckung der einzelnen Schichten (in %) werden festgehalten.

3.2.4 Optionale Merkmale und Eigenschaften

Für eine zusätzliche Differenzierung oder Charakterisierung von Standorten kann jedes beliebige weitere Merkmal herangezogen werden - abhängig von den lokalen Gegebenheiten oder vom speziellen Zweck der Kartierung. Beispiele sind etwa die Mächtigkeit von Deckschichten, Texturdiskontinuitäten und Hangwasserzug für Fragen der Wildbachverbauung oder des Wegebaus, der Flurabstand von Grundwasser und Schotterhorizonten, und die Überflutungssituation für Beweissicherungen im Flussbau.
Von besonderer Bedeutung sind kleinklimatische Beobachtungen, etwa Frostlagen, Inversionsobergrenzen, Reiflagen, Windwurfgefährdung, oder Standorte mit besonders später Ausaperung, Winderosion oder Streuakkumulation und andere mehr.

3.3 Klassifikation – Ableitung der Standortseinheiten

3.3.1 Allgemeines

Aus den Daten der Standortserkundung werden im Zuge der Standortsklassifizierung Standortseinheiten abgeleitet, diese wiederum in Einheiten höherer Hierarchie eingeordnet.
Für die Ableitung der Standortseinheiten gibt es nur wenige allgemein verbindliche bzw. gültige Regeln. Gerade deswegen muss die Herleitung der Standortseinheiten nachvollziehbar und transparent (Gliederungskriterien, Methoden) sein. Die Dokumentation und Herleitung der Standortseinheiten wird am besten mittels einer (Standorts)Klassifikationstabelle (vgl. Tabelle 5) sowie der Vegetationstabelle erreicht.
Das zentrale Problem bei der Herleitung von Standortseinheiten ist, welche Variationsbreite innerhalb der Standortsfaktoren (-merkmale) zulässig ist, damit die definitorischen Rahmenbedingungen der Standortseinheit (s. o.) noch erfüllt werden.

Als allgemeine Regeln können gelten:

- Auf einer Standortseinheit darf im Regelfall nur eine potentielle natürliche Waldgesellschaft (PNWG) bzw. eine bestimmte Ausbildung des Standortswaldes auftreten, eine PNWG (eine Ausbildung des Standortswaldes) aber in ein bis mehreren Standortseinheiten. Da zur Herleitung der PNWG im allgemeinen die Standortseinheit bekannt sein muss (um zwischen Potential und Zustand, d.i. aktuelle Vegetation gegen potentiell natürliche Vegetation zu unterscheiden), ist ein iterativer Prozess bei der Herleitung beider die Regel.
- Eine Standortseinheit darf im Regelfall nur in einer klimatischen Höhenstufe auftreten.
- Jede Standortseinheit wird grundsätzlich durch die sog. „Pflichtparameter" (Trophie, Wasserhaushalt, klimatische Höhenstufe, Bodentyp, Bodenart, Relief, Neigung, Exposition) beschrieben. Die Klassifizierung der einzelnen Standortseinheiten erfolgt primär nach den genannten Merkmalen und Faktoren, doch können oder müssen auch zusätzliche Merkmale zur Unterscheidung von Standortseinheiten herangezogen werden.

Die Ableitung von Standortseinheiten muss bis zu einem gewissen Grad (a) gutachtlich bzw. (b) auf lokale Besonderheiten innerhalb eines umgrenzten Kartierungsgebietes angepasst werden („offenes System", vgl. Kapitel 2.2.2). Dieser gutachtliche Aspekt darf dabei nicht als nicht weiter zu begründendes Postulat von Standortseinheiten („Götterblick") missverstanden werden, sondern als Teilung der im Gelände aufgefundenen, verschiedenen Standortsgradienten in sinnvolle, mehr oder weniger in bezug auf die charakterisierenden Parameter einheitliche Teile. Dies bedingt häufig eine Zusammenfassung erhobener Merkmalsklassen oder auch eine weitere Unterteilung der Merkmalsklassen.
Weiters ist zu bedenken, dass die Indikatoren in einzelnen Fällen nicht ausreichend sind, um eine eindeutige Merkmalseinordnung zuzulassen.
In der Realität der Standortskartierung sind zwei weitere Einschränkungen bei der Ableitung von Standortseinheiten zu berücksichtigen:

- Es kann aus praktischen Gründen (Flächengröße, Kartierungsaufwand) notwendig sein, Standortseinheiten zusammenzufassen, die in bezug auf ein oder mehrere Klassifikationsmerkmale relativ heterogen sind, obwohl eine Unterscheidung technisch möglich wäre (z.B. kleinräumige bachbegleitende Standortseinheiten).
- Bei der Erkundung und Klassifikation ausgeschiedene Einheiten sind bisweilen nur mit hohem Aufwand flächig kartierbar. Auch hier ist dann gutachtlich eine Entscheidung zu fällen, ob die zusätzliche Aussage den Aufwand einer Abgrenzung rechtfertigt. Als Alternative können Mosaikeinheiten ausgeschieden werden.

3.3.2 Techniken der Standortsklassifikation

Die Standortsgliederung ordnet die Standorte nach ihrer Einstufung bezüglich der Hauptstandortsfaktoren - Trophie, Wasserhaushalt und klimatischer Höhenstufe - an. Die Abgrenzung einer Gruppe von Standorten gegenüber anderen wird auf Basis dieser Faktoren und etwaiger zusätzlicher Merkmale vorgenommen.
Prinzipiell sind 2 Gruppen von Techniken zu unterscheiden, die jedoch auch kombiniert angewendet werden können:

a) Manuelle (”gutachtliche”) Techniken
Ähnlich wie bei der Tabellenarbeit in der Vegetationskunde (siehe 3.3.3) werden die Erhebungspunkte bzw. die Einzelmerkmale tabellarisch geordnet.
Während bei vegetationskundlichen Fragestellungen die aufgenommenen Variablen (= Pflanzenarten) durch ihre Abundanz/Dominanz- oder auch Stetigkeitswerte gleich skaliert sind, sind die erhobenen Standortsmerkmale ungleich skaliert und werden zusätzlich in unterschiedlichen Skalenarten (mindestens Nominal- und Ordinalskalen) aufgenommen. Die Tabellenarbeit ist daher aus mehreren Gründen immer mit einem gutachtlichen Element verbunden:

- Auswahl der Merkmale für die Standorts-Klassifikationstabelle
- Wichtung der Merkmale als Haupt- und Nebengliederungskriterien
- Wichtung der Skalierungsstufen der einzelnen Merkmale

Tabelle 5: Beispiel für eine Standorts-Klassifikationstabelle

Erhebungsfläche	Standortseinheit	Gründigkeit	Skelettgehalt	Grundgestein	Relief	Exposition	Bodentyp	weitere Merkmale
1	I	60-120	0	Gneis	Mittelhang	N	BrE	....
3	I	60-120	10	Gneis	Mittelhang	NE	BrE	
4	I	60-120	15	Gneis	Mittelhang	N	BrE	
2	II	30-60	40	Quarzit	Mittelhang	N	BrE	
5	II	30-60	40	Quarzit	Oberhang	N	BrE	

Diese Punkte werden durch das Beispiel aus Tabelle 5 erläutert: es wurden 2 Standortseinheiten gebildet; Standortseinheit I umfasst die Erhebungsflächen 1, 3 und 4, Standortseinheit II die Erhebungsflächen 2 und 5. Die Standortsmerkmale sind in der Tabelle nach ihrer Bedeutung für die (vorliegende) Gliederung von rechts nach links angeordnet. In der Tabelle treten unterschiedlich skalierte Ordinalskalen ebenso wie Nominalskalen auf. Sowohl der Klassensprung beim Relief in Einheit II als auch unterschiedliche Grobskelettanteile und Exposition bei Einheit I wurden nicht zum Anlass genommen, diese Einheiten weiter zu unterteilen (jeweils gutachtliche Entscheidung). Bei Standortseinheit II wurden Aufnahmeflächen 2 und 5 trotz unterschiedlicher Reliefausformung nicht getrennt, weil die Ausprägung (Annahme im Beispiel) nur kleinflächig ist.
In Hinblick auf die Definition der Standortseinheit muss daher dem Bearbeiter überlassen bleiben, welche Variation innerhalb der Standortsfaktoren (-merkmale) unterschiedlicher Standortseinheiten zulässig sind, die definitorischen Rahmenbedingungen (weitgehend glei-

che Standortseigenschaften, ähnliche Wuchsbedingungen, gleiches Gefährdungs- und Leistungspotential, gleiche waldbauliche Möglichkeiten) jedoch noch erfüllen.

b) Multivariate, computergestützte Verfahren

Folgende Verfahren können eingesetzt werden:

- Ordinationsverfahren (z.B. PCA, PCO, CA, CCA, NMDS) geben einen Überblick, welche Merkmale die wesentlichen (Standorts)faktoren wesentlich beeinflussen bzw. welche der eingeflossenen Merkmale keinen wesentlichen Informationsgehalt im gegebenen Datensatz besitzen. Dabei kann entweder nur ein Datensatz (etwa Standortsmerkmale, chemische Merkmale, Vegetationsmerkmale) analysiert werden (z.B. PCA); Mittels CCA können zwei Datensätze aufeinander abgebildet werden (z.B. Standortsmerkmale auf Vegetation).
- Klassifikationsverfahren (hierarchisch-agglomerative Verfahren: SL, CL, AL; hierarchisch-divisiv-polythetische Verfahren im Programmpaket TWINSPAN; nicht hierarchische Verfahren: FCM) teilen die Menge der Aufnahmeflächen aufgrund der eingegangenen Merkmale in Cluster, d.h. ein oder mehrere Flächen ähnlicher Eigenschaften. Dabei ist es je nach Verfahren möglich, verschiedene Grenzen vorzugeben:
  - ein bestimmtes Ähnlichkeitsmaß, das innerhalb eines Clusters nicht unterschritten werden darf,
  - eine bestimmte Anzahl von Clustern, in welche die Menge der Aufnahmeflächen geteilt werden soll,
  - eine bestimmte Anzahl von Flächen pro Cluster.

Auch beim Einsatz explorativer Rechenverfahren werden zahlreiche Entscheidungen gutachtlich gefällt: So beeinflussen die in die Verrechnung einfließenden Merkmale und ihre Skalierung das Ergebnis sehr stark. Da gerade sehr viele Standortsmerkmale in Nominal- oder Ordinalskalen aufgenommen werden, sind bei der Umcodierung in Dummy-Variable bzw. der Skalierung von Ordinalskalen gegeneinander zahlreiche gutachtliche, das Ergebnis beeinflussende Entscheidungen notwendig. Der Vorteil der computergestützten Verfahren liegt daher vor allem:

a.) In der größeren Transparenz bzw. besseren und einfacheren Dokumentation der gefällten Entscheidungen.

b.) In der Möglichkeit, eine Vielzahl von möglichen Merkmalen auf ihre Relevanz für die Standortsgliederung zu untersuchen.

c) Kombination von manuellen und computergestützten Techniken

Mehrere Verfahren, wie die CVA (Kanonische Variatenanalyse) bzw. die Diskriminanzanalyse bieten die Möglichkeit, die Relevanz einer bereits erstellten (gutachtlichen) Gliederung im nachhinein zu überprüfen, bzw. zu überprüfen, welche Merkmale von Bedeutung für die erstellte Gliederung sind.

3.3.3 Klassifikation vegetationskundlicher Daten

Waldgesellschaften sind - ähnlich wie die Standortseinheiten - das Endprodukt eines Klassifikationsvorganges. Dabei werden aus der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Pflanzendecke - repräsentiert durch Vegetationsaufnahmen - mit ihrer beträchtlichen Variation und oft konti-

nuierlichen Übergängen abstrakte Typen gebildet, die sich mit Hilfe von Differentialarten (Trennarten) ± scharf abgrenzen lassen. Bei diesem Verfahren werden in Mitteleuropa die Prinzipien der pflanzensoziologischen Schule von Zürich-Montpellier (BRAUN-BLANQUET 1951, 1964, DIERSCHKE 1994) angewandt.

Der erste und wichtigste Schritt zur Ermittlung von Waldgesellschaften besteht in der Klassifikation der eigenen, aus der Erkundungstätigkeit stammenden Daten. Daraus resultieren Gesellschaften, gekennzeichnet durch Dominante und Differentialarten (= Trennarten), deren Gültigkeitsbereich vorerst auf das eigene Arbeitsgebiet besch0ränkt ist. Sofern man nur die lokale Verwendbarkeit dieser Gesellschaften anstrebt, kann auf eine Einordnung in ein überregional gültiges syntaxonomisches System verzichten werden.

In der Regel ist die Verwendung der Ergebnisse einer Standortserkundung über das engere Arbeitsgebiet hinaus erwünscht. Darüber hinaus ist bei der Ermittlung der „potentiellen natürlichen Vegetation” (PNV) die Einbeziehung pflanzensoziologischer Vergleichsliteratur nötig. Aus diesen Gründen werden die lokal vorgefundenen Waldgesellschaften im nächsten Arbeitsschritt in eines der gängigen regionalen und überregionalen pflanzensoziologischen Systeme eingeordnet.

Für die Vegetationsklassifikation steht eine reiche Auswahl von Methoden und Hilfsmitteln zur Verfügung:

- Der traditionelle Weg bedient sich der „pflanzensoziologischen Tabellenarbeit”, die heute meist mit EDV-Unterstützung (Tabellenkalkulationsprogramme) durchgeführt wird. Dabei wird durch sukzessives Umordnen von Arten (= Zeilen) und Aufnahmen (= Spalten) eine Blockstruktur erzeugt, aus der einerseits Gruppen von Trennarten, andererseits Blöcke von Aufnahmen ähnlicher Artenzusammensetzung (Gesellschaften) zu entnehmen sind.
- Vermehrt werden heute Verfahren der multivariaten Statistik herangezogen. Für Klassifikationszwecke sind verschiedene Verfahren der Clusteranalyse einsetzbar. Um einmal definierte, etwa aus einer Clusteranalyse stammende Gruppen von Aufnahmen floristisch zu charakterisieren, kann eine Diskriminanzanalyse durchgeführt werden. Am häufigsten wird TWINSPAN angewendet, ein speziell für Vegetationsanalysen entwickeltes Programm, das in einem Programmdurchlauf sowohl eine Klassifikation durchführt, als auch Trennarten (indicator species) identifiziert.
- Um die Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Aufnahmen bzw. Gesellschaften herauszustellen oder sie in ökologische Reihen einzuordnen, sind verschiedene numerische Ordinationsverfahren (Hauptkomponentenanalyse, Korrespondenzanalyse) gebräuchlich.

Es kann kein allgemeingültiges Rezept für die Vegetationsklassifikation angeboten werden. Ratsam ist es, mehrere, möglichst auf unterschiedlichen Ansätzen beruhende Verfahren nebeneinander am gleichen Datensatz anzuwenden, da die statistischen Voraussetzungen für die genannten Verfahren in der Regel durch die verfügbaren Daten nie voll erfüllt werden, und daher jedes Ergebnis nur als ± gute Annäherung an die Wirklichkeit zu gelten hat. Das letzte Urteil bei widersprüchlichen Ergebnissen obliegt dem fachkundigen Bearbeiter, der auch eigene Geländekenntnis und sein Wissen über die Entstehung des Datensatzes einfließen lassen kann. Auch wenn multivariate Statistikmethoden eingesetzt werden, ist die Aufbereitung der Daten in Form einer Vegetationstabelle, gleichsam als Resümee aus dem Einsatz unterschiedlicher Methoden, ratsam.

3.3.3.1 Die potentielle natürliche Vegetation

Als potentielle natürliche Waldgesellschaft (PNWG) wird die potentielle natürliche Vegetation (= PNV) eines Waldstandorts bezeichnet. Die PNV bzw. PNWG ist ein aus der Interpetation von Standortsfaktoren und -merkmalen abgeleitetes Merkmal, welches das ökologische Zusammenwirken sämtlicher Standortsfaktoren in ganzheitlicher Weise zum Ausdruck bringt. Zu ihrer gedanklichen Konstruktion wird von TÜXEN (1956) angenommen, dass sie sich bei Beendigung des menschlichen Einflusses einstellt ohne dass Boden-, Klima- und Florenveränderungen wie sie im Zuge einer länger dauernden natürlichen Sukzession vorkommen können, berücksichtigt werden. Sie ist als höchstentwickelte auf einem Standort mögliche Vegetation Ausdruck des Standortspotentials. Sie kann in unseren Landschaften deutlich von der realen Vegetationsdecke abweichen und ist dann nur über Vergleiche anhand der Standortseigenschaften ableitbar. Daher haftet ihr immer ein gewisses hypothetisches Moment an.
Die PNV ist nicht gleichbedeutend mit einem Zustand der Vegetation, der vorgefunden würde, wenn der Mensch nie eingegriffen hätte (TÜXEN 1956). Wenn die Standortsfaktoren durch anthropogene Eingriffe irreversibel verändert wurden (etwa Absenkung des Grundwassers), so wird dies durch die Angabe jener Waldgesellschaft berücksichtigt, die sich unter den derzeit gegebenen Bedingungen als höchstentwickelte einstellen würde.
Bei Standorten, deren derzeitiger anthropogen veränderter Zustand innerhalb eines überschaubaren forstlichen Planungszeitraumes auf natürlichem Weg reversibel ist oder durch herkömmliche waldbauliche Maßnahmen wieder rückgängig gemacht werden kann, wird der Zustand vor der Veränderung als Basis für die Zuordnung der PNV herangezogen. Dieser wird unter den gegenwärtigen Klimabedingungen als standortsbedingtes Optimum angenommen.
Hinsichtlich des Zeithorizontes entsprechen die der PNV unterstellten Bedingungen sinngemäß jenen der „permanenten“ Faktoren der Standortseinheit.
Die PNV kann auf zwei unterschiedliche Arten angegeben werden:
Waldgesellschaften, sei es im Rahmen eines syntaxonomischen Systems, sei es als frei benannte lokale Gesellschaften, umfassen sowohl Baumbestand als auch die Bodenvegetation. Die PNV sollte - vom wissenschaftlichen Standpunkt aus - nach Möglichkeit als pflanzensoziologische Einheit – i.d.R. auf Subassoziationsebene - gefasst werden.
Eine einfachere Möglichkeit für die Praxis der Standortskartierung ist die Angabe der Potentiellen Natürlichen Waldgesellschaft als **„Standortsgesellschaft“ (Standortswald)**. Darunter ist die natürliche Baumartenzusammensetzung der PNWG einer Standortseinheit zu verstehen. Für die Standortsgesellschaften werden deutsche Bezeichnungen, die bis zu drei vorherrschende Baumarten („natürliche Baumarten“) enthalten, gewählt. Sie geben einen Anhalt für die naturnahe Zielbestockung.
Im übrigen sind zur Herleitung der PNV unabhängig davon, welche von beiden Versionen gewählt wird, dieselben Überlegungen anzustellen.
Die PNV gibt unmittelbare Hinweise für die waldbauliche Planung, da sie einen relativ stabilen und risikoarmen Gleichgewichtszustand zwischen Vegetation und Standortsfaktoren darstellt. Allerdings ist zu beachten, dass sie wegen ihrer integrierenden Natur kaum Informationen über die einzelnen Standortsfaktoren gibt. Sie kann daher deren Beschreibung nicht ersetzen.
Die PNV bietet die Möglichkeit, im Gelände auftretende standörtliche Unterschiede an ihrer Bedeutung für die Zusammensetzung der Vegetation zu messen. In diesem Sinne sind unterschiedliche Standortsmerkmale bzw. Merkmalskombinationen, die eine unterschiedliche PNV

zur Folge haben, zwangsläufig als Differentialmerkmale zur Trennung verschiedener Standortseinheiten heranzuziehen. In der Regel kann also eine Standortseinheit nur eine einzige PNV aufweisen, umgekehrt können jedoch innerhalb einer PNV mehrere Standortseinheiten vorkommen.

3.3.3.2 Herleitung der PNV

Die korrekte Vorgangsweise zur Ermittlung der PNV bzw. PNWG baut auf einem Vergleich der in einer Standortseinheit real vorhandenen Waldgesellschaften auf. Voraussetzung ist also ein vorhandenes Rohkonzept zur Standortsgliederung des Arbeitsgebiets. Da aber andererseits die PNV ein wichtiges definitorisches Merkmal der Standortseinheit ist, kann die endgültige Standortsgliederung infolge der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen PNV und Standortseinheit erst in einem zweiten Schritt festgelegt werden.
Ausgangsbasis aller weiteren Überlegungen ist die gesamte Bandbreite der realen Vegetation innerhalb einer hauptsächlich mit Hilfe von Relief- und Bodenmerkmalen vorläufig gefassten Standortseinheit. Bei Vorliegen einer ausreichend großen Zahl von Vegetationsaufnahmen kann davon ausgegangen werden, dass eine der vorgefundenen Gesellschaften der PNV entspricht oder ihr zumindest nahe steht, wogegen die übrigen Gesellschaften Produkte anthropogener Einflussnahme („Zustandsformen") sind. Auf Basis der Kenntnis der aktuellen Nutzungsformen, der örtlichen Waldgeschichte (historische Waldnutzung) und der Eigenschaften der vorhandenen Baumarten (Konkurrenzkraft, Verjüngungspotential, standortsspezifische Stabilität), sowie der Bodenvegetation, soweit bestimmte Zeigerarten Rückschlüsse auf das Standortspotential oder auf historische Nutzungsformen erlauben, werden diejenigen Waldgesellschaften, die sich als abgeleitete, menschlich geschaffene reversible „Zustandsformen" identifizieren lassen, sukzessive aus den Überlegungen zur PNV der betrachteten Standortseinheit ausgeschlossen. Schlussendlich bleibt die PNV als vom Menschen am wenigsten beeinflusste, naturnächste, dem Standortspotential am besten entsprechende Waldgesellschaft übrig.
Als eine Grundregel kann gelten, dass das vitale Auftreten der Baumarten, die als die Dominanten der regionalen (klimatischen) Klimaxvegetation anzusehen sind, auch dann auf die jeweilige Klimaxgesellschaft als PNV hinweist, wenn diese Baumarten nur einzeln auftreten. Eine von der Klimax abweichende Dauergesellschaft kann hier nur dann angenommen werden, wenn am konkreten Standort natürliche Störungen (Waldbrand, Lawinengang) bekannt sind, die bei periodischem Auftreten in langen Zeitintervallen, dennoch regelmäßig die Weiterentwicklung zur Klimaxvegetation unterbinden.
Sollten im Zuge der Überlegungen mehrere Waldgesellschaften, von denen keine als anthropogene Zustandsform einer anderen angesehen werden kann, übrig bleiben, so ist i.d.R. davon auszugehen, dass die betrachtete vorläufige „Standortseinheit" eigentlich mehrere Standortseinheiten umfasst, die sich anhand von in der Rohgliederung nicht berücksichtigten Merkmalen unterscheiden lassen.
Da kaum die gesamte notwendige Information, v.a. bezüglich der Baumarteneigenschaften und historischer Nutzungsformen, aus dem eigenen Arbeitsgebiet beschafft werden kann, ist bei diesem Verfahren Vergleichsliteratur über analoge Vegetations- und Standortsverhältnisse aus anderen Gebieten außerordentlich wertvoll.

3.4 Kartierung

3.4.1 Maßstab, Auflösung

Der brauchbarste Maßstab für die Kartierung forstlicher Standortseinheiten ist 1:10.000. Für Sonderprojekte und kleine Areale kommt auch 1:5000 in Frage, aus Gründen der Realisierbarkeit für große Flächen 1:25.000. Häufig wird der Kartierungsmaßstab größer gewählt als der Darstellungsmaßstab.
Der Maßstab ist durch das darzustellende Objekt bis zu einem gewissen Grad vorgegeben. So können bei einem vorgegebenen Maßstab von 1:100.000 und mehr in der Regel nur noch Einheitengruppen oder -familien (reliefabhängige Catenen und Mosaike) als Übersichten dargestellt werden.
Die topographischen Kartengrundlagen liegen bestenfalls im Maßstab 1:5000 vor, Infrarot- bzw. s/w-Luftbilder im Maßstab 1:7500 (FBVA-KZE-Flüge) bzw. 1:15.000 (BEV-Flüge).
Zweckmäßigerweise soll der Maßstab der Feldkarte größer sein als der vorgesehene Darstellungsmaßstab der Standortskarte. Die Auflösung im Gelände muss größer sein, damit markante Punkte und Kleinflächen erfasst werden können. Sie erleichtern dem Benutzer die Benutzung des Kartenwerkes. Derartige Punkte werden im allgemeinen überzeichnet dargestellt.
Die Genauigkeit der Kartierung geht auf Kosten der Flächenleistung. Für Übersichten ist auch die Darstellung von Standortseinheitengruppen möglich, ebenso die Einordnung lokaler Projekte höherer Genauigkeitsansprüche in eine Regionalerhebung.

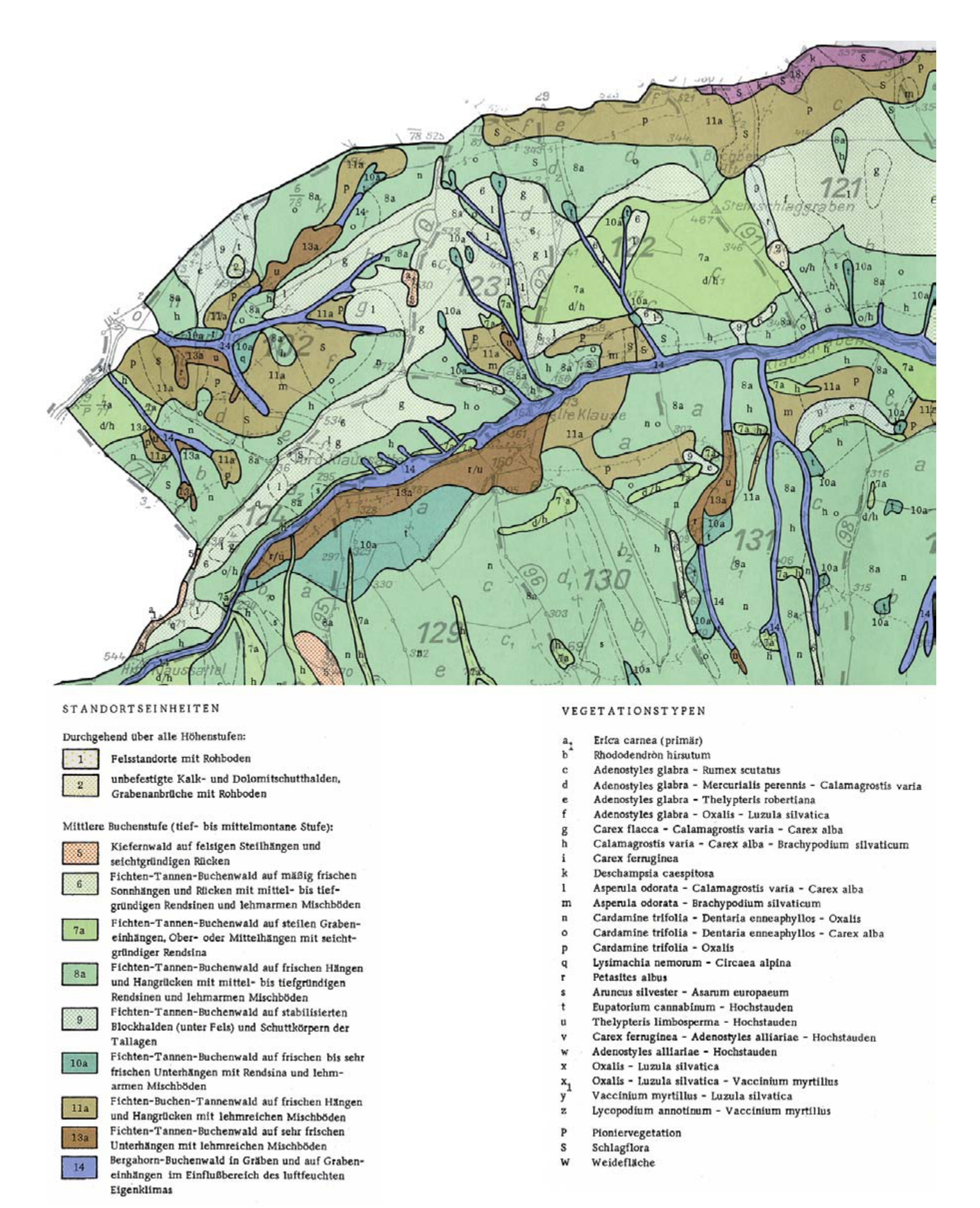
3.4.2 Kartierungsvorgang

Der Kartierungsvorgang selbst, also die Übertragung der durch die Klassifizierung gewonnenen Einheiten in die Fläche, erfolgt grundsätzlich durch Geländebegang („Klassische Standortskartierung"). Der Arbeitsfortschritt kann durch den Einsatz mathematisch-(geo)statistischer Verfahren stark beschleunigt werden („prädiktive Standortskartierung").

1.) „Klassische" Standortskartierung

Die Kartierung erfolgt als Abgrenzung komplexer Einheiten im Gelände. Grundprinzip des Begangs ist das Verfolgen von Geländelinien, von quartärgeologisch-morphologischen Kriterien, Zeigerarten, Vegetationstypen und von anderen im Gelände sichtbaren Merkmalen, die bei der Klassifizierung als signifikant erkannt wurden.
Die Standortseinheit ist nach einer großen Zahl von Parametern definiert. Für die Kartierung muss die Abgrenzung/Identifikation jedoch auf wenige, überschaubare und flächig erkennbare Merkmale reduziert werden. Deshalb muss aus der Klassifizierung bereits klar hervorgehen, nach welchen (auch von Standortseinheit zu Standortseinheit wechselnden) Kriterien der Kartierer im Gelände tatsächlich Flächen abgrenzen soll.
Einige dieser bereits definierten Abgrenzungskriterien können schon aus Fernerkundung, Geländemodell und Themenkarten übernommen werden. Die Unterlagen geben Hinweise, welche Grenzen man beim Feldbegang erwarten kann und bieten zumindest eine wertvolle Orientierungshilfe im Gelände. Erkennbare Grobstrukturen und Bestandesränder müssen nicht terrestrisch lagerichtig kartiert werden, so dass der Arbeitsaufwand im Gelände sinkt. Die solcherart vorgegebenen Grenzen müssen aber auf alle Fälle im Gelände aufgesucht und verifiziert werden.
Das aufgrund der Erkundung festgelegte Einheitenschema muss kontinuierlich auf seine Gültigkeit überprüft werden. Im Verlauf der Kartierung wird der Einheitenschlüssel bei Bedarf

aktualisiert. Gegebenenfalls müssen für Standorte, die sich nicht einordnen lassen, neue Einheiten gefasst werden. Diese werden durch zusätzliche Aufnahmen belegt und mit dem bisherigen Einheitenschlüssel abgeglichen.
Auch im Zuge des Flächenbeganges werden räumlich ± systematische Aufnahmen einzelner Merkmale durchgeführt. Diese dienen der Abschätzung der Variabilität innerhalb der Standortseinheiten und dokumentieren räumlich explizit die jeweils zur Abgrenzung der Standortseinheiten verwendeten Merkmale (wie z.B. Gründigkeit, geologisches Ausgangsmaterial, Bodentyp, Bodenart, Wasserhaushalt, Grund- bzw. Stauwassereinfluss, aktueller Feuchtezustand, Bodenverdichtung, Verdichtungsneigung, Rutschungsneigung, Bodenfarbe, Deckschichten, Humusform, Vegetationstyp bzw. dominante Arten der Krautschicht).
Für jede Punktaufnahme werden in einem Feldbuch die für die Abgrenzung der Standortseinheiten als wesentlich erachteten und am Punkt erhobenen Merkmale bzw. Beobachtungen eingetragen. Aus Praktikabilitätsgründen kommt nur eine kleine Auswahl dieser Parameter in Frage, die für das Arbeitsgebiet und die Differenzierung der Standortseinheiten relevant sind. In jedem Fall sollte die dem Punkt zugeordnete Standortseinheit vermerkt werden.
Die Lage der Bohrpunkte soll sich an Diskontinuitäten im Relief und der Vegetation orientieren. Es kann sich auch die Vorgabe eines in der Grundkarte eingetragenen Rasternetzes als vorteilhaft erweisen, insbesondere in unwegsamem oder unübersichtlichem Gelände. Hier bietet ein vorgegebener Punktraster eine entscheidende Orientierungshilfe, zwingt zur objektiven Begehung, macht kritische Punkte wiederauffindbar und die getroffenen Entscheidungen und Abgrenzungen nachvollziehbar.
Ergänzende Beobachtungen wie einzelne größere Felsen, Rutschungen, Wasser/Quellaustritte, Wasserführung in Gräben etc. werden ebenfalls im Gelände in der Karte bzw. im Feldbuch vermerkt.
Die Grenzen der Kartiereinheiten (Standortseinheit, Vegetationstyp) werden bei der Arbeit im Gelände gezogen und in die Konzeptkarte eingezeichnet. Dies geschieht nicht schematisch nach der Lage von Bohrpunkten, sondern unter Beachtung des Reliefs und anderer wichtiger Merkmale wie Bodenvegetation, Humusform etc. Die Grenzen sind um so genauer zu ziehen, je größer der ökologische Unterschied zwischen zwei Kartiereinheiten ist. Der Genauigkeit sind jedoch prinzipielle Grenzen gesetzt:
Allgemein gilt, dass bei der Klassifizierung von Natur aus kontinuierliche Merkmalsgradienten (z.B. Feuchte- und Nährstoffgradient) in gutachtlich gewählte Abschnitte unterteilt werden. Die Abgrenzung im Gelände muss daher durch das Aufsuchen entsprechend idealisierter „Knickpunkte” erfolgen, die es in der Natur aber gar nicht gibt (Beispiel: Grenzziehung zwischen Ober- und Mittelhang).



Karte 2: Ausschnitt aus der Forstlichen Standortskarte Sengsengebirge 1:10.000 (Müller 1973). Die Abbildung ist nicht maßstabsgetreu. Flächenfarben mit schwarzer Umrandung kennzeichnen Standortseinheiten (Zifferncode der Legende), strichliert umfasste Flächen Zustandsformen (Vegetationstypen; Buchstabencode der Legende). Als Grundkarte wurde eine Forsteinrichtungskarte verwendet, die forstliche Bewirtschaftungseinheiten (Abteilungen mit Zahlencode) und Bewirtschaftungs-Infrastruktur (z.B. Forststraßen) zeigt.

2. Prädiktive Standortskartierung

Bei der prädiktiven Standortskartierung wird unter Verwendung mathematisch-(geo)statistischer Verfahren ein räumlich explizites Modell der standörtlichen Gegebenheiten eines Gebietes erstellt. Sie erfordert zusätzlich zu den Probeflächen, die im Zuge der Erkundung aufgenommen wurden, dass zumindest ein Teil der Standortsinformationen in hoher geometrischer und inhaltlicher Präzision flächig vorliegt (Höhenmodell, geologische Karte u.a.m.). Andernfalls besteht die Gefahr, ungenau abzugrenzen, durch Fehlinterpolation unrichtige Flächenausscheidungen zu treffen oder kleinräumige, aber wichtige Sonderstandorte nicht zu erkennen. Eine Überprüfung der „errechneten" Standortskarte im Gelände (punktuelle stichprobenartige Überprüfung oder „klassische" Standortskartierung auf Teilflächen) ist in jedem Fall nötig.

3.4.3 Kartendarstellung

Zentrales Merkmal der Standortskarte ist die flächige Darstellung von Standortseinheiten (bzw. klimatischen Höhenstufen, Wuchsbezirken u. a.) und der Zustandsformen und deren Abgrenzung in Linienform.

Abhängig von der Aufgabenstellung stehen verschiedene Darstellungsmöglichkeiten zur Verfügung:

- Die **Kartierung und Darstellung von Standortseinheiten** erfolgt, wie erwähnt, vorzugsweise im Maßstab 1:10.000. Diese Präzisionsebene wird für die Planung konkreter Maßnahmen vor Ort benötigt und entspricht der Auflösung anderer forstlicher Themenkarten. Der Aufwand zur Erstellung solcher Karten ist hoch. Die Mindestgröße für lagerichtig dargestellte Einheiten beträgt im Normalfall für Maßstab 1:10.000 1 ha, bei sehr sorgfältiger Kartierung 1/4 ha, für 1:5.000 ca. 25 x 25 m (=1/16 ha). Schmale, aber deutlich abgrenzbare Einheiten wie Grabenwaldstandorte werden mit minimal darstellbarer Breite und damit zwangsläufig überzeichnet dargestellt. Markante Standorte (z.B. Felsrücken, Nassgallen) mit geringer Ausdehnung, deren Darstellung erwünscht ist, können mit Signaturen oder Dreiecksymbolen in der Farbe der jeweiligen Einheit „außer Situation" dargestellt werden; gehäuftes Vorkommen kann auch durch wenige Symbole außer Situation dargestellt werden.
- Daneben besteht die Möglichkeit von Übersichtsdarstellungen in Maßstäben von 1:25.000 bis 1:200.000. Objekt der Darstellung sind die Einheiten höherer Hierarchieebenen innerhalb des Kartierungssystems, etwa Standortseinheitengruppen bis Teilwuchsbezirke. Diese Art der Darstellung wird meist für überbetriebliche Planungsaufgaben angewendet. Sie bietet einen regionalen Überblick und erfordert geringere Kosten.
- Möglich ist auch die Kombination beider Darstellungen als übereinander gestaffelte Systeme (Lokalkartierungen als Kern größerer Übersichten), sofern die Inhalte vergleichbar sind.

Die Kartierungsobjekte, also im allgemeinen Standortseinheiten, werden in Flächenfarbe und mit einer durchgehenden linienförmigen schwarzen oder dunkelbraunen Umgrenzung dargestellt. Nicht kartierte Gebiete bleiben weiß. Mosaikartig durchmischte Standortseinheiten werden auf der Karte als Mischeinheit der beiden Grundeinheiten dargestellt (Farben beider Einheiten schraffiert oder eigene Farbe). Zur Verbesserung der Lesbarkeit wird zusätzlich zur Flächenfärbung die Nummer der Standortseinheit in alle entsprechenden Polygone eingetra-

gen. Zusätzliche Informationsschichten (z.B. die Darstellung von Zustandsformen durch Vegetationstypen) werden - ohne eigene Flächenfarbe - durch unterbrochene verschiedenfarbige Linien dargestellt. Auch hier werden zur Verbesserung der Lesbarkeit in die entsprechenden Polygone Buchstabenkürzel zur Beschreibung des darzustellenden Sachverhalts eingetragen.
Die klimatischen Höhenstufen werden entweder durch den Verlauf der nach Höhenstufen unterschiedenen Standortsgrenzen oder durch einen entsprechenden Linienzug kenntlich gemacht.
Die Kartenlegende enthält wenigstens den Namen und die Nummer der Standortseinheit mit der entsprechenden Farbcodierung, ein Abkürzungsverzeichnis der verwendeten Kürzel, die Erläuterung der Kartensymbolik, den Kartenmaßstab, sowie eine Erläuterung der verwendeten Flächen-Begrenzungslinien.

Kartensymbolik
Für die Symbolik der Grundkarte sowie spezieller Merkmale innerhalb der Standortskarte werden die „Normen für Forstkarten“ (MAYER 1968) verwendet. Ergänzend wird auch die Symbolik der ÖK 1:50.000 herangezogen.

3.4.4 Abschätzung des Aufwandes

Die Standortserkundung eines neuen Kartierungsgebietes erfordert etwa eine Vegetationsperiode Geländearbeit für zwei Personen, dazu kommen Bodenanalysen, Nachbestimmung von Pflanzen, Tabellenarbeit und Auswertung. Dies ist ziemlich unabhängig von der Größe des Projektgebietes. Deshalb ist die Kartierung einer relativ kleinen Fläche in einem standortskundlich noch nicht bearbeiteten Raum vergleichsweise unwirtschaftlich. Die Zahl der unterschiedlichen Standortseinheiten und der zu ihrer Dokumentation notwendigen Aufnahmen nähert sich mit zunehmender Erkundungsfläche einem Grenzwert, bis alle Einheiten eines Teilwuchsbezirkes erfasst sind.
Deshalb sollten Kartierungen möglichst auf bereits vorhandene Aufnahmen aus benachbarten Gebieten zurückgreifen können. Darin liegt u. a. der Wert standardisierter Standortsaufnahme und des modular aufgebauten Kartierungsystems.
Regionalerkundungen eines größeren Raumes - etwa eines Wuchsgebietes oder großen Wuchsbezirkes - sind zwar in einem Jahr durchführbar, können dann aber vorerst nur einen Überblick über die wichtigsten Substratserien, Waldgesellschaften etc. liefern, ohne aber einen einigermaßen vollständigen Schlüssel der konkreten Standortseinheiten bieten zu können.
Als durchschnittliche Kartierungsleistung sind bei einem Maßstab von 1:10 000 etwa 15 ha pro Tag und Kartierer anzusetzen, wobei die Mitarbeit eines Figuranten unterstellt wird. In leicht begehbarem, übersichtlichen Gelände und homogenen Standortsverhältnissen können auch Tagesleistungen bis zu 50 ha erzielt werden.
Entscheidend für die Kartierungsleistung ist primär die vorgegebene (und wirklich eingehaltene) Mindest-Ausscheidungsgröße in der Natur und erst sekundär der Kartierungsmaßstab.
Die Mehrkosten für die Aufnahme eines zusätzlichen Parametersatzes bei der **Erkundung** ergeben sich aus der Netto-Aufnahmezeit für diesen Parameter - abzüglich Weg- und Orientierungsaufwand. Sie ist nur dann erheblich, wenn es sich um einen andersartigen, zusätzlichen Aufnahmevorgang handelt, etwa zuwachskundliche Untersuchungen.
Bei der **Kartierung** fallen relative Mehrkosten für einen zusätzlichen Parametersatzes dann ins Gewicht, wenn sich daraus zusätzliche Abgrenzungen ergeben. Die gleichzeitige Kartierung und zusätzliche Abgrenzung des Standortszustandes vermindert die Hektarleistung um

ca. 30 %. In jedem Fall ist aber die Miterhebung einer Information billiger als eine nachträgliche separate Kartierung.
In einem sorgfältig erkundeten Gebiet ist der gesamte Parametersatz von einem einzelnen, gut ausgebildeten Kartierer überblickbar und erhebbar; es müssen also nicht mehrere Spezialisten ”nebeneinander” kartieren.

3.5 Erläuterungsband zur Standortskarte

3.5.1 Mindestinhalt des Erläuterungsbandes

Der Erläuterungsband umfasst einen Textteil, eine Standortsgliederung in Tabellenform und Beilagen, z.B. Vegetationstabellen.

Der Textteil ist in einen allgemeinen und einen speziellen Teil gegliedert:

Der **allgemeine Teil** enthält die Beschreibung des Kartierungsgebietes nach Lage, Klima, Morphologie, Geologie, Vegetation, Waldgesellschaften, Boden, Humus, Wasserhaushalt, Waldgeschichte etc.
Der **spezielle Teil** besteht aus:
Herleitung der Standortseinheiten **(Standorts-Klassifizierungstabelle**).
Herleitung der PNV bzw. der natürlichen Baumartenzusammensetzung (basierend auf der **Vegetationstabelle**).

Beschreibung der im Kartierungsgebiet auftretenden Wuchsgebiete, Wuchsbezirke, Höhenstufen, Standortseinheiten, Vegetationstypen, geordnet nach Klassifizierungskategorien. Die Beschreibung der Standortseinheiten enthält Angaben über Lage, Verbreitung und alle „verbindlichen“ Standortsmerkmale wie Grundgestein und Boden, Wasserhaushalt, die potentiell natürliche Vegetation und zum Standortszustand (Vegetationstyp).
Die **Standorts-Gliederungstabelle** charakterisiert die Standortseinheiten (gegebenenfalls nach Codes der Standortsmerkmale) geordnet nach:
Wuchsgebiet, Wuchsbezirk (falls ausgeschieden), Höhenstufen, Einheitengruppen nach Wasserhaushalts- und Trophiestufen, mit der zugeordneten Potentiellen Natürlichen Waldgesellschaft oder der Standortsgesellschaft, den angetroffenen Zustandsformen sowie den obligatorischen Standorts- und Bodenmerkmalen. Sie ist de facto eine Kurzfassung der Beschreibung.
Der **Kartierungsschlüssel** enthält nur diejenigen Merkmale, nach denen die Standortseinheiten (bzw. andere Kartierungsobjekte) tatsächlich - im Gelände - differenziert werden.
Die **Standorts-Interpretation** enthält Vorschläge zur Baumartenwahl, Angaben zur Leistungsfähigkeit der Standorte, waldbauliche Besonderheiten, Behandlungsvorschläge, Bestockungsziel u. a. m.

3.5.2 Interpretation, Empfehlungen - abgeleitete Themenkarten.

Standortskarten geben Auskunft über die räumliche Verteilung und die räumliche Ausdehnung von vergleichbaren Standorten. Sie erlauben die Übertragung von Versuchs- und Messergebnissen sowie von Erfahrungen mit Maßnahmen auf vergleichbare Flächen.
Die Aufgabe der Standortskartierung als einer Erhebung der ökologischen Naturraumausstattung wäre mit der Klassifizierung, Beschreibung und flächenhaften Darstellung der Waldstandorte erfüllt.

Die Anwendung und Umsetzung der forstlichen Standortskartierung wird im Regelfall mit weiterführenden Interpretationen und Empfehlungen unterstützt.
Für den **Forstbetrieb** als dem „klassischen" Anwender steht meist die Kenntnis seiner Produktionsgrundlagen im Vordergrund. Die Interpretation einer Standortskartierung bildet die Grundlage für die zentrale Planung des Forstbetriebes, das Operat.
Daher stehen Empfehlungen zur **Baumartenwahl** und Bestandeszusammensetzung in Zusammenhang mit waldbaulichen Überlegungen zu Mischungsformen, Pflegeplan, Nutzungsform, Begründungsform und Verjüngungszielen im Vordergrund der Interpretation.
Die PNWG bzw. der Standortswald dient als Ausgangspunkt und Vergleichsbasis für die Abschätzung von Wuchsleistung, Wertleistung, Betriebsrisiko und nachhaltiger ökologischer Verträglichkeit (Humus, Nährstoffkreislauf, Wasserbilanz) verschiedener Varianten der waldbaulichen Planung, welche eine Optimierung von ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten sucht.
Meist steht eine gewisse Bandbreite standortstauglicher und standortspfleglicher Baumarten und ihrer Mischungsanteile zur Verfügung. Auf stabilen, besseren Standorten ist der Spielraum größer als auf armen Standorten; auf Extremstandorten sollte die Abweichung von der PNWG (dem Standortswald) möglichst gering sein.
Die Standortskartierung kann und soll nur Rahmenempfehlungen und Hilfestellung bei der Abwägung von Risiken und Alternativen geben. Sie soll aber zur Abschätzung der waldwirtschaftlichen Möglichkeiten, der Folgen alternativer Maßnahmen und zur Wahl des Wirtschaftszieles beitragen.
Weitere aus der Standortskartierung herleitbare Aussagen, die v. a. die betriebliche Ebene betreffen, sind:

- Wildökologische Planung (Ausscheiden von Refugialräumen, Äsungsangebot, Wildstandsoptimierung),
- Eignung für Maschineneinsatz, Befahrbarkeit, Rückung (Befahrbarkeitsklassen),
- Wegebau, Trassenführung,
- Ausweisung von schutzwürdigen Biotopen, Naturwaldreservaten.

Weitere Empfehlungen, die teilweise über die betriebliche Ebene hinausgehen, betreffen:

- (Beurteilung von) Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung des natürlichen Standortspotentials: Düngungsmaßnahmen, aber auch Möglichkeiten der Abschöpfung von N-Überangebot durch nährstoffkreislaufintensive Bestockungsziele.
- (Beurteilung) der Förderungswürdigkeit von Maßnahmen (Umwandlung, Melioration).
- Standortsspezifische Belastungsgrenzen (critical loads).
- Zielkonflikte der Waldfunktionen.
- Schutzleistung und Wohlfahrtsleistung: Abflussverhalten, Wasserqualität, Hanglabilität, Erosion.
- Erholungsleistung: Ruhezonen, Landschaftsparks, Konzentration des Fremdenverkehrs auf stabile Standorte und wenig wertvolle Biotope.

Weiters kann die forstliche Standortskarte als Grundlage für wissenschaftliche Projekte (z. B. Design und Auswahl von Versuchsflächen, Ausscheidung von Naturwaldflächen) verwendet werden. Die Kenntnis der naturräumlichen Grundlagen Österreichs ist gerade in Hinsicht auf potentielle Gefährdungen des Ökosystems Wald von großer Bedeutung.

Die **Interpretation** wird im Erläuterungsband entweder bei jeder Standortseinheit oder in einem gesonderten Abschnitt in Text- oder Tabellenform dargestellt.
Weiterführende Auswertungen erfolgen auch in Form von abgeleiteten Themenkarten. Als Beispiele seien genannt:

- Windwurf-Gefährdungskarte, Erosions-Gefährdungskarte
- Hanglabilitätsklassen- bzw. Befahrbarkeitsklassen-Karte
- Nitrat-Empfindlichkeitskarte
- Karte für konkret objektbezogene critical loads
- Bewertungskarten zum Vergleich verschiedener Landnutzungsformen
- Waldentwicklungsplan

3.6 Datenverarbeitung und Datenverwaltung

Gängiger Standard zur Bearbeitung raumbezogener Daten ist eine Kombination aus vektorbasiertem Geoinformationssystem und relationaler Datenbank.
Aufgrund der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Programme und der Vielzahl der in ein Standorts-Kartierungswerk einfließenden, oft in unterschiedlichster Form vorliegenden Daten und der zahlreichen erforderlichen Arbeitsschritte zur Erstellung der Standortskarte können nur wenige allgemein gültige Hinweise gegeben werden.
Es ist jedoch anzumerken, dass Qualitätssicherung bei der Datenverwaltung eine ständig steigende Rolle spielt. Meta-Informationen, etwa zur Datenentstehung und Datengüte (Erhebungsmethodik, Messmethodik, geometrische Präzision u. a. m.), sind entscheidende Bestandteile jeder Projektsdokumentation.

4 LITERATUR

ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 1996. *Forstliche Standortsaufnahme. Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen*. 5. Auflage, Eching.

BLUM W.E.H., SPIEGEL H. & WENZEL W.W. 1996. *Bodenzustandsinventur. Konzeption, Durchführung und Bewertung. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich*. 2. Auflage, ARGE Bodenzustandsinventur der Österr. Bodenkundl. Ges., Hrsg.: BMLF, Wien, 95 S.

BRAUN-BLANQUET J. 1951. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde.* 2. Aufl. Springer, Wien.

BRAUN-BLANQUET J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde.* 3. Aufl. Springer, Berlin-Wien-New York.

BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT 1967: *Arbeitsanweisung zur Durchführung der Bodenkartierung.* BA f. BW, WIEN, 280 S.

BUNDESGESETZBLATT ZUR VERORDNUNG ÜBER FORSTLICHES VERMEHRUNGSGUT 1996: BGBl. Nr. 512/1996 ST0163.

DIERSCHKE H. 1994. *Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden.* Ulmer, Stuttgart.

ELLENBERG H. & KLÖTZLI F. 1972. *Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz.* Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen, 48: 1-334.

ENGLISCH M. & KILIAN W. (HRSG.) 1998: *Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich*. FBVA BERICHTE 117, 112 S.

HEILIG G. & KOCH G. unter Mitarbeit von Englisch M., Esterlus G., Kilian W. & Starlinger F. 1997. *Gliederung bodenbildender Ausgangsgesteine*. Unveröffentlichtes Manuskript.

HUFNAGL H. 1970. *Der Waldtyp; ein Behelf zur Waldbaudiagnose*. Innviertler Presseverein, Ried i. I.

JELEM H. 1960. *Grundsätze und Anweisung für die Forstliche Standortserkundung und -kartierung*. Schriftenreihe des Inst. f. Standort Heft 1, 24 S.

KILIAN W. & MAJER C. 1990. *Österreichische Waldbodenzustandsinventur – Anleitung zur Feldarbeit und Probenahme*. FBVA-Berichte, Sonderheft, Wien.

KILIAN W., MÜLLER F. & STARLINGER F. 1994. *Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. . Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten*. FBVA-Berichte 83: 62.

KIRSCHNER K. G. & SCHLENKER G. 1955. *Vorwort*. Mitt. Verein Forstl. Standortskartierung 1: 1.

KOPP D. & SCHWANECKE W. 1994: Standörtlich-naturräumliche Grundlagen ökologiegerechter Forstwirtschaft. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 248 S.

KRAUSS G.A. 1936. *Aufgaben der Standortskunde*. Jahresbericht des Deutschen Forstvereins, Berlin.

MAYER E. 1968 (Bearb.). *Normen für Forstkarten*. Mitt. Forstl. BVA 81, 29 S + 11 Farbtafeln.

MUCINA L., GRABHERR G. & WALLNÖFER S. (Hrsg.) 1993. *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III. Wälder und Gebüsche.* G. Fischer, Jena.

MÜLLER F. 1973. *Forstliche Standortskarte des Sengsengebirges*. FBVA Wien, Inst. für Standort.

MÜLLER S. 1980. *Kanadische Methoden der Standortskartierung im Vergleich mit südwestdeutschen Verfahren. Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenz.* 28: 28-36.

NESTROY O. et al. 2000. *Systematische Gliederung der Böden Österreichs. Österreichische Bodensystematik 2000*. Mitt. ÖBG 60, 99 S.

OBERDORFER E. (Hrsg.) 1992. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsche.* G. Fischer, Jena-Stuttgart-New York.

PYATT G. 1995. *Ecological site classification for forestry in GB*. Forestry Commission Technical Report 242, 6 S.

SCHWARZ S., et al. 1999. *Datenschlüssel Bodenkunde*. UBA-Monoraphie 107, 123 S.

SIMS R. A., TOWILL W. D., BALDWIN K. A. & WICKWARE G. M. 1989. *Field Guide to the Forest Ecosystem Classification for Northwestern Ontario*. Ont. Min. Nat. Res., N. W. Ont. For. Tech. Dev. Unit, Tech. Rep. 48, 126 S.

SMALLEY G. W. 1979: Classification and evaluation of forest sites on the southern Cumberland plateau. USDA For. Serv. Gen. Techn. Rep. SO-23, 59 S.

TÜXEN R. 1956. *Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung*. Angew. Pflanzensoz., 13: 5-24.

TÜXEN R., 1956. *Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung*. Angew. Pflanzensoziologie, 13: 24-42.

WESTHOFF V. & VAN DER MAAREL E. 1878. *The Braun-Blanquet approach.* 2nd ed. In: WHITTAKER R.H. (ed). *Classification of plant communities*. The Hague, Junk, 287-399.

DIE LANDWIRTSCHAFTLICHE BODENKARTIERUNG IN ÖSTERREICH

Wilhelm SCHNEIDER [a], Peter NELHIEBEL [b], Günther AUST [a], Michael WANDL [a] & O.H. DANNEBERG [a]

[a] Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Bodenwirtschaft, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien
[b] Rustenschacherallee 30/5/5, A-1020 Wien

Zusammenfassung

Die ersten Versuche, Bodenkartierungen in Österreich durchzuführen, reichen bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts zurück. Nach dem ersten Weltkrieg wurden Kartieranleitungen verfasst und in mehreren Bundesländern mit Bodenkartierungen begonnen. Erst im Jahre 1958 sind die systematischen Kartierungen der landwirtschaftlichen Nutzflächen im gesamten Bundesgebiet angelaufen. Bis jetzt wurden mehr als 98 % des kartierungswürdigen Gebietes abgeschlossen. Die feldbodenkundlichen Aufnahmen erfolgten zunächst im Katastermaßstab (1 : 2.880), später im Maßstab 1 : 5.000. Seit dem Jahre 1970 wird im Gelände mit Karten 1 : 10.000 gearbeitet (Kartengrundlage Österreichische Karte 1 : 50.000); veröffentlicht werden die Bodenkarten im Maßstab 1 : 25.000. Der vorliegende Bericht befasst sich mit den Kartengrundlagen, den Feldaufnahmen, den ergänzenden Untersuchungen im Labor und den Ausarbeitungen der Feldergebnisse. Weiters sind einige aus der Bodenkarte abgeleitete thematische Karten erläutert. Mehrere praktische Anwendungsbeispiele der Bodenkarte und der thematischen Karten werden hervorgehoben und mit Abbildungen dargestellt. Weiters werden einige Beispiele von Spezialkartierungen, Bodenzustandsinventuren und Bodeneignungskarten erörtert. Mit der Digitalisierung der Bodenkarten ist eine der Hauptaufgaben für die nächsten Jahre gegeben. Ende 2002 sollen ca. 80 % der Österreichischen Bodenkarten digital vorliegen.

Summary

First experiments to carry out soil survey in Austria date back to the second half of the 19th century. After World War I survey concepts were composed and survey was started in several provinces. In 1958, however, the systematic survey of land under agricultural use was started all over Austria. Up to now, 98 % of this area is already surveyed.
Survey work in the field was first carried out in the scale 1 : 2880, later on in the scale 1 : 5000. Since 1970, a scale of 1 : 10000 is used for the field work on the basis of the Austrian Map 1 : 50000. The scale of the published soil maps is 1 : 25000. This report reviews the supplementary analyses and the final completion of the results. Furtheron, same thematic maps are reviewed. Examples of practical use are given and illustrated by figures, as well of the soil map itself as of some thematic maps. Further, some examples of special mapping, soil quality networks and other applications are reported. The digital capture of soil data has been started and will be finished until the end of 2002.

1 Allgemeine Aufgabenstellung

Die Österreichische Bodenkartierung ist vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft mit der feldbodenkundliche Aufnahme der landwirtschaftlich genutzten Flächen Österreichs beauftragt. Die erhobenen Daten werden durch Ergebnisse der Laboruntersuchung ergänzt, redaktionell aufgearbeitet und in Bodenkarten im Maßstab 1 : 25.000 dargestellt. Dieser Maßstab ergibt ein handliches und übersichtliches Kartenwerk, mit dem man schnelle Informationen über die Bodenverhältnisse in einem großen Gebiet erhalten kann.
Zum besseren Verständnis der Bodenkarten werden Erläuterungshefte erstellt, die für die Landwirtschaft wichtige bodenkundliche Daten zu den auf der Karte vorkommenden Bodenformen, aber auch Beschreibungen der geologischen Verhältnisse und klimatischen Grundlagen sowie topographische und statistische Angaben enthalten.
Die Bodenkarten sollen das Verständnis für den Boden als eine der wichtigsten Lebensgrundlagen, insbesondere als Basis für die landwirtschaftliche Produktion, vertiefen und einen Beitrag für eine optimale und nachhaltige Nutzung leisten. Die spezielle Landkarte „Bodenkarte“ dient daher als wertvolle Grundlage für eine ganze Reihe von praxisorientierten und umweltrelevanten Entscheidungen bei Fragen der Raumplanung, der Lenkung der landwirtschaftlichen Produktion, der Strukturverbesserung, der landwirtschaftlichen Beratung, der umweltgerechten Bodenbearbeitung und Düngung sowie des Grundwasser- oder Erosionsschutzes. Sie kann bei der Planung von kulturtechnischen Maßnahmen, bei der Trassierung von Straßen-, Bahn- und Kanalbauten, sowie bei der Auswahl von Versuchsflächen angewendet werden.

2 Historische Entwicklung

Die Wurzeln der Bodenkartierung reichen bis in das 19. Jahrhundert zurück:

- 1861 macht *J. C. Schmidt* erste Versuche einer Bodendarstellung in Mähren.
- 1866 erstellt *H. Wolf* Bodenkarten (1:2880) von Atzgersdorf und Erlaa bei Wien.
- 1868 veröffentlicht *J. R. Lorenz* „Grundsätze für die Aufnahme und Herstellung von landwirtschaftlichen Bodenkarten“.
- 1868 publiziert *J. N. Woldrich* die „Landwirtschaftliche Bodenkarte des Herzogtums Salzburg“ im Maßstab 1:288.000.
- 1883 gibt *J. R. Lorenz* erste genaue Anleitungen für eine Bodenkartierung in der Abhandlung „Die geologischen Verhältnisse von Grund und Boden für die Bedürfnisse der Land- und Forstwirtschaft“.

Fortsetzung der Entwicklung im 20. Jahrhundert:

- 1917 verfasst *A. Till* die Arbeit „Bodenkunde und Bodenkarten“.
- 1918 erscheint vom selben Autor die Abhandlung „Bodenkartierung und ihre Grundlagen“.
- 1924 berichtet *R. Ramsauer* über die „Bodenuntersuchung und Bodenkartierung des Schulgutes Oberalm“.
- Um 1925 wird von *R. Leopold* die Arbeitsgemeinschaft für eine Bodenkartierung in Österreich gegründet.
- 1925 gibt *A. Till* eine Kartierungsanleitung heraus. In den folgenden Jahren werden zahlreiche Merkmalsbodenkarten in Niederösterreich, Oberösterreich und Burgenland

hergestellt, die jedoch in den Kriegswirren um das Jahr 1945 größtenteils verloren gehen.

- 1937 *B. Ramsauer* und *A. Till* veröffentlichen das Werk „Die österreichische Bodenkartierung“. Bei einer Merkmalskartierung werden Bodenart, Humus- und Reaktionsverhältnisse erfasst, es fehlen jedoch bodentypologische Bezeichnungen.
- In den Vierzigerjahren wird die deutsche Reichsbodenschätzung eingeführt, welche nach dem 2. Weltkrieg zu einem leistungsfähigen Schätzungsdienst ausgebaut wird.
- 1946 erklärt sich die Leitung der Bodenschätzung bereit, aus ihren Ergebnissen Bodenkarten abzuleiten. In der Folge entwickeln Bodenschätzer einige Musterbodenkarten nach dem Lokalformensystem.
- 1952 ergreift *J. Fink* die Initiative und weist den Sektionschef im BMLF *R. Leopold* auf die Möglichkeiten hin, aus den Ergebnissen der Bodenschätzung Bodenkarten zu erstellen.
- 1953/1954 führen ausgewählte Bodenschätzer eine Reihe von Versuchskartierungen in fast allen Bundesländern durch.
- 1954 wird die Österreichische Bodenkartierungskommission im BMLF unter dem Vorsitz *R. Leopolds* ins Leben gerufen. Im selben Jahr wird *A. Krabichler* beauftragt, die organisatorischen, finanziellen und technischen Probleme der Bodenkartierung aufzuzeigen und die Möglichkeiten einer Lösung zu finden. *J. Fink* erhält einen Vertrag als wissenschaftlicher Konsulent der Bodenkartierung.
- Ab 1958 wird die Bodenkartierung systematisch durch die neu errichtete, von der Bodenschätzung getrennte, Landw. chemische Bundesversuchsanstalt (Bodenkartierung und Bodenwirtschaft) in Angriff genommen. Sie steht zunächst unter der Leitung von *R. Dietz*, ab dem Jahre 1960 von *A. Krabichler*. Es werden ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Flächen im Gelände aufgenommen und die Bodenverhältnisse in Form von Bodenkarten dargestellt. Zu Beginn werden ein Aufnahmemaßstab 1 : 2880 (Katastermaßstab) und eine Darstellung der Ergebnisse im Maßstab 1 : 5.000 festgelegt.
- 1964 – 1969 wird mit den Maßstäben 1 : 5000 (Aufnahme) und 1 : 10.000 (Darstellung) gearbeitet. Bis zum Jahre 1969 waren rund 20 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche Österreichs dargestellt.
- 1970 kommt es, hauptsächlich wegen des langsamen Kartierungsfortganges, zu einer weiteren Änderung der verwendeten Maßstäbe. Die Aufnahme erfolgt seither im Maßstab 1 : 10.000 und die Ergebnisse werden 1 : 25.000 publiziert. Das Bundesgebiet wird in Kartierungsbereiche unterteilt, wobei diese in den meisten Fällen mit den Flächenausmaßen der einzelnen Gerichtsbezirke identisch sind.
- 1982 wird ein Gesetz über die landwirtschaftlichen Bundesanstalten beschlossen. Es entsteht die Bundesanstalt für Bodenwirtschaft.
- 1984 wird *O. H. Danneberg* zum Leiter der Bundesanstalt für Bodenwirtschaft bestellt.
- 1994 erfolgt die Eingliederung der Bundesanstalt als Institut für Bodenwirtschaft in das neu errichtete Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft. (KRABICHLER et al., 1983).

3 Das Kartierungsverfahren

3.1 Das System der Bodenkartierung

Die Österreichische Bodenkartierung wird nach einem kombinierten System aus Typenkartierung und Lokalformenkartierung durchgeführt. Jeder Bodentyp umfasst also mehrere Bodenformen, deren Anzahl und Unterscheidungsmerkmale den Gegebenheiten des jeweiligen Kartierungsbereiches angepasst werden können.
Ziel ist die Erfassung der Verbreitung und der flächenmäßigen Verteilung von Kartierungseinheiten, sogenannten Bodenformen und Bodenformkomplexen. Eine Bodenform wird als Fläche definiert, die innerhalb ihrer Grenzen den gleichen Bodentyp und einen weitgehend gleichen Standortscharakter aufweist. Wenn ein steter Wechsel der Bodenverhältnisse auf engstem Raum eine Zuordnung der Fläche zu einer definierten Bodenform nicht zulässt, werden die beteiligten Bodenbildungen (Bodenformen) zu einem Komplex zusammengefasst.
Jede auf der Bodenkarte abgegrenzte Bodenformfläche enthält eine Nummer, meist mit einer Kurzbezeichnung des Bodentyps kombiniert, unter der man im Erläuterungsband zur Bodenkarte eine ausführliche Beschreibung der Kartierungseinheit vorfindet. Die Nummern der Bodenformen sind nur für den jeweiligen Kartierungsbereich gültig und stimmen mit den Bezeichnungen der Bodenformen der benachbarten Gebiete nicht überein.

3.2 Kartengrundlage und Maßstab

Als Kartengrundlage der Bodenkarte 1 : 25.000 wird die Vergrößerung der aktuellen Ausgabe der Österreichischen Karte 1 : 50.000 (ÖK 50) herangezogen. Die Blätter der ÖK 50 werden in acht Teile geteilt und auf den Maßstab 1 : 10.000 für die Feld- oder Aufnahmekarte sowie auf 1 : 25.000 als Ausgabemaßstab vergrößert. Jeweils ein Achtelblatt der ÖK 50 entspricht einem Blatt der Bodenkarte. Ein Blatt der Bodenkarte 1 : 25.000 trägt die Bezeichnung des Kartierungsbereiches, des ÖK 50-Blattes und des Achtelblattes.

Einteilung eines ÖK 50-Blattes:

1N	2N
1S	2S
3N	4N
3S	4S

Beispiel für die Bezeichnung eines Kartenblattes: KB 146 / 26 – 2N oder
Poysdorf 26 – 2N.

3.3 Feldaufnahme

Bevor ein Kartierer mit der Feldaufnahme in einem Kartierungsbereich beginnt, muss er sich im Innendienst über die geologischen, klimatischen und landwirtschaftlichen Verhältnisse seines Arbeitsgebietes informieren.
Wichtige Quellen für eine Vorinformation sind die Ergebnisse der Österreichischen Bodenschätzung, geologische Karten und, wenn schon vorhanden, Kartierungen in den angrenzenden Bereichen.

Die Feldaufnahme wird nach feldbodenkundlichen und landwirtschaftlichen Gesichtspunkten unter Beachtung der Geologie, der Geländemorphologie und des Klimas durchgeführt.

3.3.1 Die Kartierarbeit

Der eigentliche Geländebegang, in dessen Verlauf die Bodensondierungen mit einem ein Meter langen Schlagbohrer vorgenommen werden, erfolgt meist auf Begangslinien. Er wird nach der Geländemorphologie angelegt und soll einen Landschaftsquerschnitt erfassen, um die erwarteten Bodenformengrenzen möglichst häufig zu schneiden.
Die Dichte der Sondierungen hängt von den im Gelände vorgefundenen Bodenverhältnissen ab und beträgt im Durchschnitt 1 Einstich pro Hektar.
Der Schlagbohrer wird unter mehrmaligem Drehen in den Boden getrieben und anschließend wieder herausgezogen. Das in seiner etwa 2 cm breiten Ausnehmung verbleibende Bodenmaterial erlaubt eine Beurteilung des Bodenprofiles.
Am Beginn der Kartierung in einem Bezirk wird jeder einzelne Bohrstich beschrieben. Dieser sogenannte „Kurzbeschrieb“ mit den wichtigsten Dauereigenschaften (Horizonte, Bodenart, Grobanteil, Humusgehalt, Humusform, Kalkgehalt, Gefüge, Vergleyung, Flecken und Konkretionen, Wasserverhältnisse) wird in ein Feldbuch eingetragen. Häufige Anmerkungen über die Schwankungsbreite, den Pflanzenbestand, die Morphologie und Verdichtungen sind für die spätere Ausarbeitung der Kartierungsergebnisse sehr wichtig.
Jeder Bohrstich wird einer Bodenform zugeordnet und lagerichtig in die Feldkarte, eine Vergrößerung der ÖK50 auf den Maßstab 1 : 10.000, eingetragen. Zur Orientierung im Gelände dienen dem Kartierer Straßen, Gräben, Wege, Bäche, Windschutzgürtel, Waldgrenzen, Hochspannungsleitungen und in der Karte eingezeichnete Bäume und Gebäude. Vom Verlauf der Wege und Windschutzgürtel kann meist auf die Parzellenrichtung geschlossen werden. Reichen diese Anhaltspunkte nicht aus, dann ist eine Übertragung aus den Katasterkarten möglich.
Mehrere Bohrstiche gleichen Bodentyps, die einander so ähnlich sind, dass sie etwa gleichen Standortscharakter aufweisen, können als eigene Bodenformenfläche abgegrenzt werden und erhalten eine bestimmte Arbeitsbezeichnung. Die Abgrenzungsgenauigkeit wird durch die Beachtung der Geländemorphologie, der Struktur der Bodenoberfläche sowie der Vegetation (Trockeninseln, Nässezeiger) wesentlich verbessert.
Bodenkarten in Lössgebieten sind sehr genau, da das Ausgangsmaterial über große Flächen sehr homogen ist. In manchen Gebieten mit marinen (tertiären) oder fluviatilen Sedimenten (Niederterrassen) wechseln hingegen die Eigenschaften des Ausgangsmaterials so kleinflächig, dass selbst innerhalb eines Bohrstiches erhebliche Unterschiede auftreten können. Da solche Gegebenheiten auch durch eine hohe Sondierungsdichte nicht richtig erfasst werden können, ist die Aussagekraft dieser Karten eingeschränkt.

3.3.2 Die Profilarbeit

Für jede Bodenform muss zumindest eine Profilgrube, wenn möglich mit einer Tiefe von ca. 1 - 1,5 m, angelegt werden. Nach einer Profilbeschreibung werden für die Laboruntersuchung Proben aus den einzelnen Horizonten entnommen. Übersteigt die Fläche einer Bodenform die Größe von 100 Hektar, so muss der Kartierer für alle weiteren 100 Hektar sogenannte Kontrollprofile öffnen. Auf diese Weise verfügt das Institut für Bodenwirtschaft über Untersuchungsergebnisse von mehr als 10.000 bodenkundlich definierten Standorten in Österreich, aufgeteilt auf die verschiedensten Naturräume unseres Landes.
Derzeit umfasst die Laboruntersuchung in erster Linie die Bestimmung der Textur (Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens), des Humusgehaltes, des Kalkgehaltes und des pH-Wertes. Außerdem werden die Kern- und Spurenelemente, die austauschbaren Kationen, die elektrische Leitfähigkeit sowie der Gesamtgehalt an Schwermetallen untersucht.
Durch die Untersuchung mit dem Schlagbohrer und durch Profilaufgrabungen erhält man Kenntnis über die wichtigsten Dauereigenschaften der Böden. In Verbindung mit Morphologie, Klima und landwirtschaftlicher Nutzung ergibt sich schließlich der Standortscharakter.
Vor Abschluss der Geländearbeiten muss geprüft werden, ob von jeder Bodenform zumindest ein repräsentatives Profil beschrieben wurde. Für größere Bodenformflächen kann aus den Kontrollprofilen die Schwankungsbreite abgeleitet werden. Sind alle Feldarbeiten in einem Kartierungsbereich abgeschlossen, folgt die Ausarbeitung durch den Kartierer.
Vor Beginn der redaktionellen Bearbeitung müssen die Reinschriften der Profilbeschreibungen, die Flächenbeschreibungen der Bodenformen sowie die fertigen Reinkarten vorliegen.

3.4 Ergänzende Untersuchungen, Analytik (Bodenchemie, Bodenphysik)

Im Labor werden zunächst folgende Bodenparameter chemischer und physikalischer Natur erhoben:

- ⇒ Humusgehalt in % *nach C-Bestimmung durch Elementaranalyse oder Nassverbrennung (Walkley – Methode)*
- ⇒ Carbonatgehalt in % *nach der Methode Scheibler*
- ⇒ pH - Wert *gemessen in $CaCl_2$ - Lösung*
- ⇒ *Textur (Ton-, Schluff-, und Sandanteil in Masse-%)*

Die erwähnten „Grundparameter“ werden zur endgültigen Definition einer Bodenform herangezogen und erscheinen in der Publikation der Ergebnisse eines Kartierungsbereiches.
Zusätzlich zu den oben erwähnten Untersuchungsstücken werden, oft zu einem späteren Zeitpunkt (nach Lagerung der Bodenproben in einer „Probenbank“), noch folgende Analysen durchgeführt:

- ⇒ *Elektrische Leitfähigkeit in µS/cm*
- ⇒ Austauschbare Kationen *(KAK) in $cmol_c$/kg Feinboden*
- ⇒ Nährstoffsituation *(pflanzenverfügbare Makro- und Mikronährstoffe), Gehalte in mg/100g Feinboden oder in ppm*
- ⇒ Schwermetallgehalte *(„Gesamtgehalte“) in ppm*

Die Resultate der zusätzlichen Untersuchungen werden in Datenbanken (LIMS= Laborinformationsmanagementsystem) gespeichert und stehen bei Bedarf zur Verfügung.

3.5 Zusammenfassende Ausarbeitung

Der Kartierer beschreibt nach dem Studium sämtlicher ihm zur Verfügung stehender Unterlagen sowie nach seinen eigenen Erkenntnissen den Naturraum des Kartierungsbereiches (Topographie, Klima, Geologie) und somit die Grundlagen für die Bodenbildung. Er beschreibt die Bodenformen und legt ihre, aus seiner Sicht, endgültige Anzahl fest. Die Einarbeitung und somit Berücksichtigung aller Labordaten für die Definition der Bodenformen und ihre Integration in die Beschreibungen der bestimmenden Bodenprofile ist eine der Voraussetzungen dafür. Weiters erstellt er die Feldreinkarte 1 : 10.000, eine bereinigte Bodenkarte, in der die Mehrzahl der Feldeintragungen sowie die natürliche Abnützung und Verschmutzung fehlen. Diese beinhaltet nur die Abgrenzungen der Bodenformen mit den vorläufigen Flächenbezeichnungen (Arbeitsbezeichnungen), die Lage der Profilstellen und die aktuelle topographische Situation (Berichtigungen des Straßen- und Wegenetzes sowie der Waldgrenzen und des verbauten Gebietes). Das Elaborat wird danach zur redaktionellen Bearbeitung weitergeleitet.

3.6 Karten- und Textredaktion

Das Elaborat, bestehend aus den Feldkarten, Feldreinkarten, den Beschreibungen der Grundlagen für die Bodenbildung im Kartierungsbereich (Topographie, Geologie, Klima), den Beschreibungen der Bodenformen sowie der Profile, wird einer genauen Prüfung unterzogen. Es werden nötige Korrekturen und Ergänzungen, im Einvernehmen mit dem Kartierer, vorgenommen und auf diese Weise die im Feld erhobenen Daten in endgültige Unterlagen für die Hochzeichnung der Bodenkarten, bereits im Maßstab 1 : 25.000, sowie für die Textverarbeitung umgestaltet.

3.7 Erstellung der Druckunterlagen (NIESSL et al., 1996)

Die Unterlagen für die auf konventionellem Wege zu erzeugenden Bodenkarten 1 : 25.000 sowie der Erläuterungen dazu wurden bisher in Form von Hochzeichnungen bzw. mit Hilfe der Textverarbeitung erstellt. Die Bodenformgrenzen und Bodenformbezeichnungen wurden mit Tusche auf einer Hostaphanfolie (Magenta – Vollton) gezeichnet. Ebenfalls mit Hilfe einer Tuschezeichnung erfolgten die Schriftmontage und die Kartenrandangaben (Schwarz – Vollton). Zur Darstellung des Waldes, des Ortsraumes und der größeren Gewässer hat man Folien ausgeschnitten. Im Abziehverfahren wurden dann der Wald im Grün – Vollton, der Ortsraum als Grauraster und die Gewässer im Blauraster dargestellt. Die Höhenschichtlinien und die Situation erhielt man durch Vergrößerung von Astralondias 1 : 50.000 auf 1 : 25.000 (Höhenschichtlinien, Sepia – Vollton, Situation, Grau – Vollton). Der Druck erfolgte in fünf Farben im Offsetdruckverfahren. Nachdem die Digitalisierung der Bodenkarten begonnen wurde, ist die Produktion der konventionell hergestellten Bodenkarten eingestellt worden.

4 Darstellung der Ergebnisse. Die Bodenkarte 1 : 25.000

Die Bodenkarte besteht aus
- den Mappenblättern (siehe Abb. 1)
- der Legende
- und dem Erläuterungsheft

Das Erläuterungsheft gliedert sich in folgende Abschnitte
- Einführung in bodenkundliche Grundbegriffe
- Allgemeine Erläuterungen zum Kartierungsbereich
- Beschreibung der Bodenformen (Flächenbeschreibung)
- Beschreibung der Profilstellen

4.1 Allgemeine Erläuterungen zum Kartierungsbereich. (Topographie, Klima, Geologie, Statistik)

Jedes Erläuterungsheft der Österreichischen Bodenkarte enthält eine Einführung in bodenkundliche Grundbegriffe, um dem Benutzer die Arbeit zu erleichtern. Neben den Kartierungsergebnissen sind Angaben über die natürlichen Grundlagen der Bodenbildung in dem kartierten Bereich zu finden. Das Kapitel „Ausgangsmaterial und Oberflächenform" umfasst eine Beschreibung der Zusammenhänge zwischen Geologie, Relief und Boden, z.T. mit einer Gliederung in Landschaftsräume.
Über die Niederschläge, Temperaturen, Wind- und Schneeverhältnisse des Kartierungsbereiches erhält man im Abschnitt „Klimatische Verhältnisse" Informationen.
Die „Topographischen Verhältnisse im Kartierungsbereich" geben Aufschluss über die Lage und Größe des Kartierungsbereiches, die Verkehrslage mit Straßen- und Bahnverbindungen, die höchsten Erhebungen, die Entwässerung u.a.
Im Abschnitt „Bodennutzung im Kartierungsbereich" werden die Besitzstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe, die Bodennutzung, die Anbauverhältnisse, die Viehwirtschaft und die Waldwirtschaft beschrieben.
Die oben genannten allgemeinen Erläuterungen zum Kartierungsbereich werden durch Skizzen und statistische Tabellen unterstützt.
In einer Zusammenfassung sind die wichtigsten Eigenschaften der einzelnen Bodenformen aufgelistet.

4.2 Beschreibung der Bodenformenflächen (Flächendaten)

Die Beschreibung der Bodenformen erfolgt in einem Formblatt. Es soll jedoch nicht ein einzelner „Punkt" sondern die Summe aller Bodenformenflächen in einem Kartierungsbereich erfasst werden. Insbesondere kommt daher, im Unterschied zur Profilbeschreibung, die Schwankungsbreite der Bodeneigenschaften jeder Bodenform zum Ausdruck (z.B. Humustiefe von 20 – 40 cm, Bodenart schwankt von sandigem Lehm zu Lehm, ein geringer Grobanteil kommt vereinzelt vor usw.) (siehe Abb. 2). Weiters sind einige zusätzliche Angaben, die für die Auswertung der Bodenkarten wichtig sind und die ebenfalls aus Beobachtungen im Zuge der Feldaufnahme resultieren (z.B. Angaben über die Erosionsgefahr, Beobachtungen im Pflanzenbestand) anzuführen. Jedenfalls sollen in die Bodenformbeschreibungen alle wichtigen Beobachtungen, die im Zuge der Kartierungen und der Profilaufgrabungen gemacht wurden, einfließen. Die Beschreibungen der Bodenformen umfassen Angaben über Vorkommen,

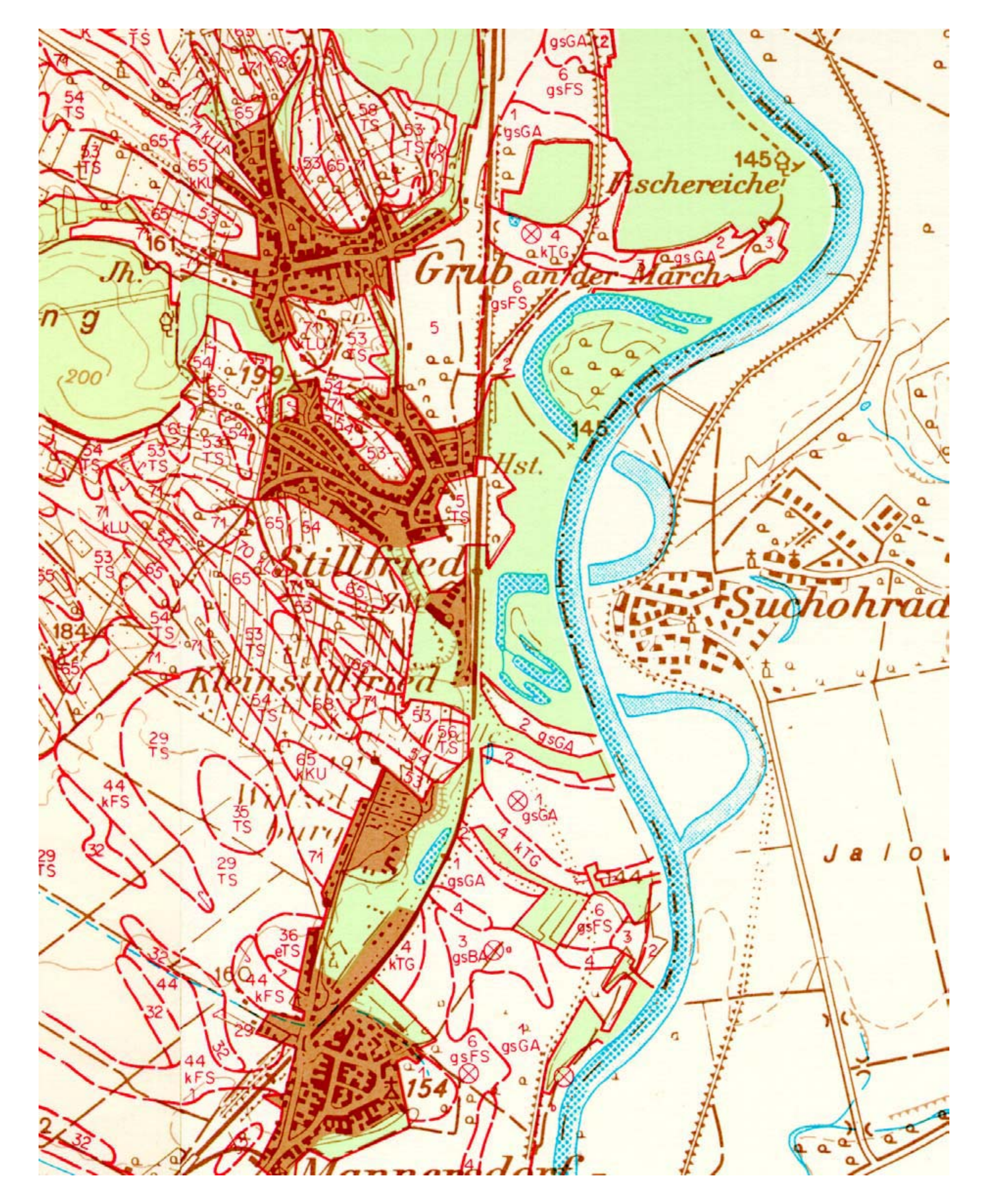


Abb. 1: Ausschnitt aus der analogen Bodenkarte 1 : 25 000, Kartierungsbereich Gänserndorf, Mappenblatt 42-2S, 43-1S

29
TS

- 100 -

BODENFORM 29

Größe der Bodenform: etwa 1400 ha = ca. 4,8% der kartierten Fläche

0
A_1
A_2
AC
C
100

Lage und Vorkommen: Landschaftsraum "Tallesbrunner Platte"; eben

Bodentyp und Ausgangsmaterial: Tschernosem aus Löß

Wasserverhältnisse: mäßig trocken; mäßige Speicherkraft, hohe Durchlässigkeit

Bodenart:

A_1, A_2: lehmiger Schluff bis sandiger Lehm

AC, C: lehmiger Schluff bis lehmiger Sand

Humusverhältnisse:

A_1, A_2: mittelhumos; Mull

AC: schwach humos; Mull

Kalkgehalt: stark kalkhaltig

Bodenreaktion:

A_1, A_2: neutral; darunter alkalisch

Erosionsgefahr: nicht gefährdet

Bearbeitbarkeit: gut zu bearbeiten

Natürlicher Bodenwert: hochwertiges Ackerland

Abb. 2: Ausschnitt aus dem Erläuterungsheft, Kartierungsbereich Gänserndorf, Flächenbeschreibung der Bodenform 29 (4,8 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Bezirkes)

Lage und Größe der Bodenform, Bodentyp und Ausgangsmaterial, Wasserverhältnisse, Bodenart und Grobanteil, Humusverhältnisse, Kalkgehalt, Bodenreaktion, Erosionsgefahr, Bearbeitbarkeit, Natürlicher Bodenwert und Sonstige Angaben.

Eine Kurzinformation über die wichtigsten Eigenschaften der Bodenformen ist in der Legende (Bodenformenübersicht) dargestellt.

4.3 Punktbezogene Daten, Profilbeschreibungen

Für jede in einem Kartierungsbereich auftretende Bodenform werden Profilgruben geöffnet, die Bodenprofile feldbodenkundlich beschrieben und Bodenproben für die Analysen gezogen. Auf den Blättern der Bodenkarte 1 : 25.000 ist die Lage der Profilstellen ersichtlich. Die bei der Profilbeschreibung erfaßten Merkmale und Eigenschaften des Bodens werden in einem Formblatt festgehalten. Dabei kommen Abkürzungen zur Anwendung, die in der Anleitung zur Bodenkartierung (KRABICHLER, 1967) definiert sind. Weiters wird eine farbige und aussagekräftige Profilzeichnung angefertigt, die als Unterlage für die schwarzweiß ausgeführte und etwas schematisierte Darstellung der Bodenform in den Erläuterungen zur Bodenkarte (Kapitel 5.2. Beschreibung der Bodenformenflächen) dient. Im Erläuterungsheft erscheinen die Profilbeschreibungen zusammen mit den Analysenergebnissen im gleichnamigen Kapitel, wobei die bei der Aufnahme verwendeten Abkürzungen in eine Langtextfassung übertragen werden (siehe Abb. 3).

4.4 Stand der Erhebungen

Aus der beiliegenden Übersichtskarte (Abb. 4) kann der Stand der Erhebungen der Österreichischen Bodenkartierung mit Ende 2000 entnommen werden. Mehr als 98 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche sind bereits von der Bodenkartierung erfasst worden. Davon sind ca. 70 % schon in konventioneller Art als gedruckte Bodenkarten_1 : 25.000 mit den zugehörigen Erläuterungsheften erschienen. Es handelt sich um 149 Kartierungsbereiche mit 1367 Kartenblättern und 149 Erläuterungsheften. Die Ergebnisse repräsentieren eine Gesamtfläche von rund 22.500 km^2. Für den Großteil der restlichen erfassten Fläche gibt es sogenannte Manuskriptbodenkarten 1 : 25.000 die den gedruckten Karten gleichwertig sind (61 Kartierungsbereiche mit 796 Kartenblättern). Weiters gibt es die Kartierungsergebnisse in verhältnismäßig roher Form, als Feldreinkarten 1 : 10.000, die, zumindest für Fachleute, als wertvolle Unterlagen dienen können.

In 5 Kartierungsbereichen sind die Feldaufnahmen bereits abgeschlossen und in 2 Bezirken wurde die Kartierung begonnen. Somit verbleiben 2 flächenmäßig kleine Bereiche (KB Wien-West und KB Klosterneuburg), in denen noch keine Feldarbeiten aufgenommen wurden.

5 Abgeleitete (thematische) Bodenkarten

Will man aus einer Karte Detailinformationen erhalten, so muss man bestimmte Sachverhalte auf thematischen Karten, die aus der Grundkarte abgeleitet werden, darstellen. Bei diesen thematischen Karten werden nur einzelne Bodeneigenschaften auf der Basiskarte deutlich hervorgehoben ausgeführt. Mit Hilfe einer kurzen Legende kann man sich über die Aussage der Karten schnell informieren. Die Übersichtlichkeit kann noch wesentlich durch eine färbige Darstellung verbessert werden.

Profil der Bodenform 29

Profilstelle:
Bl. 42 - 2S, 35/8; OG Angern
KG Mannersdorf, Acker
Seehöhe: 154 m
Relief: eben
Wasserverhältnisse: mäßig trocken

Profilbeschreibung:

A_1 0 - 25 cm: erdfrisch, lehmiger Schluff, mittel humos (Mull), stark kalkhaltig, deutlich mittelkrümelig, mittelporös, leicht zerdrückbar,
dunkelbraun (10 YR 3/3), gut durchwurzelt, mäßige Regenwurmtätigkeit, übergehend

A_2 25 - 45 cm: erdfrisch, lehmiger Schluff, mittel humos (Mull), stark kalkhaltig, deutlich mittelkrümelig, mittelporös, leicht zerdrückbar,
dunkelgraubraun (10 YR 3/2), gut durchwurzelt, mäßige Regenwurmtätigkeit, allmählich übergehend

AC 45 - 60 cm: erdtrocken, lehmiger Schluff, schwach humos (Mull), stark kalkhaltig, deutlich feinblockig, Kanten gerundet, mittelporös, leicht aufbrechbar, graubraun (10 YR 5/2), Kalkmycel, gut durchwurzelt, mäßige Regenwurmtätigkeit, allmählich übergehend

C_1 60 - 160 cm: erdtrocken, lehmiger Schluff, stark kalkhaltig, deutlich feinblockig, Kanten gerundet, Lößgefüge, leicht aufbrechbar,
blaßgelb (2,5 Y 7/4), wenig durchwurzelt, geringe Regenwurmtätigkeit, übergehend

C_2 ab 160 cm: erdtrocken, Feinsand, stark kalkhaltig, ohne Struktur lose, zerfallend, blaßgelb (5 Y 7/3) nicht durchwurzelt, keine Regenwurmtätigkeit

Ausgangsmaterial: Löß
Bodentyp: Tschernosem

Analysenergebnisse:

Entnahmetiefe cm	Zusammensetzung des Feinbodens in %			Humus (Walkley) %	Kalk (Scheibler) %	pH in nKCl
	2,000 - 0,060 mm	0,060 - 0,002 mm	unter 0,002 mm			
15	23	58	19	1,9	7,6	7,2
40	23	58	19	1,8	7,1	7,2
55	22	59	19	0,9	15,5	7,3
80	19	66	15	0,3	20,8	7,5

Abb. 3: Ausschnitt aus dem Erläuterungsheft, KB Gänserndorf, Profilbeschreibung der Bodenform 29

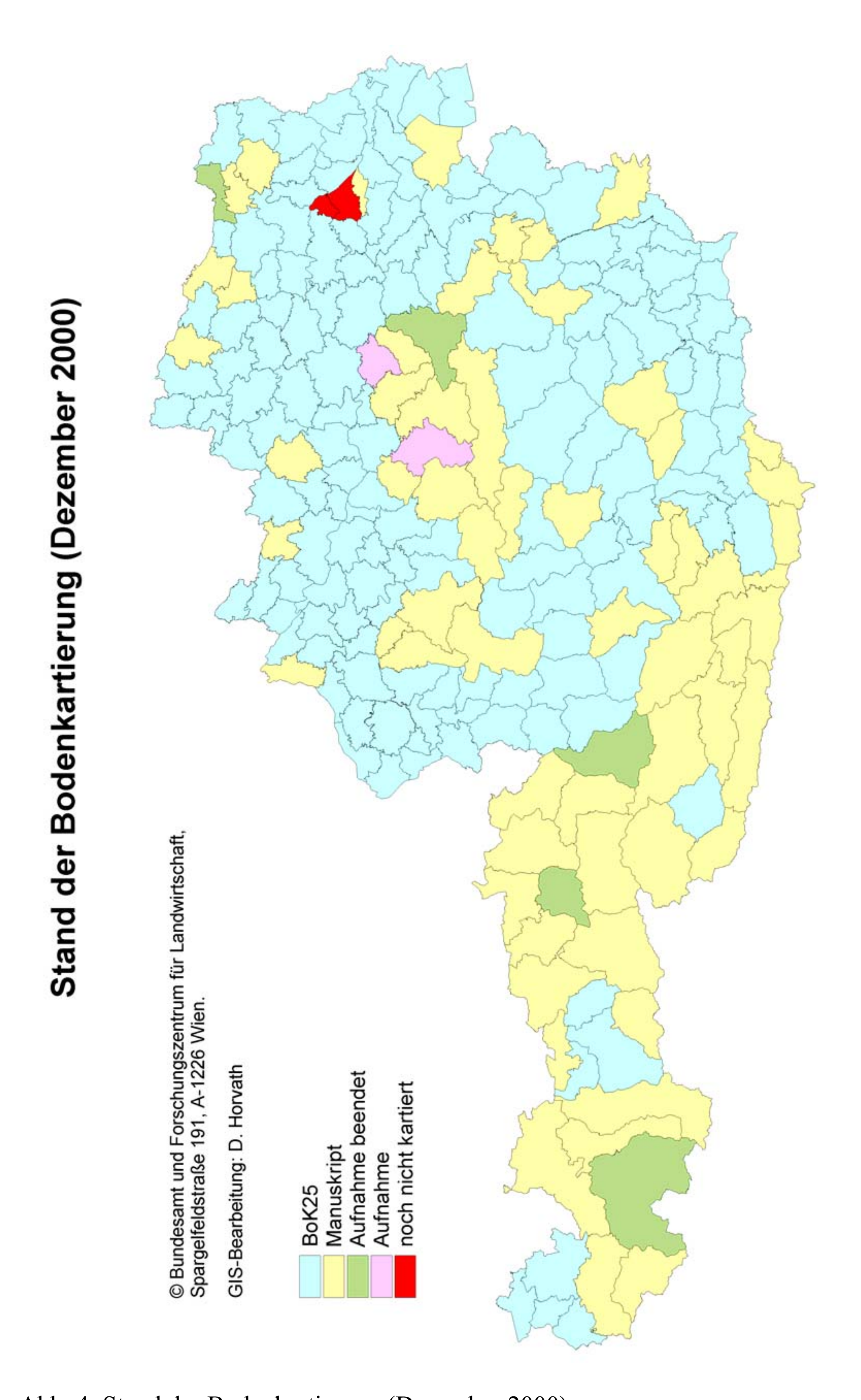


Abb. 4: Stand der Bodenkartierung (Dezember 2000)

Für die Darstellung auf thematischen Karten eignen sich besonders jene Bodeneigenschaften, die einen maßgeblichen Einfluss auf die Bodennutzung haben:

- Bodenart und Bodenschwere
- Gründigkeit
- Humusverhältnisse
- Wasserverhältnisse
- Kalkgehalt und Reaktion
- Erosionsgefährdung durch Wind und Wasser
- Bearbeitbarkeit, Bewirtschaftungserschwernisse
- Empfindlichkeit der Böden gegenüber einer Klärschlammausbringung
- Nitrataustragsgefährdung u.a.

5.1 Thematische Karte über Wasserverhältnisse

Die Eignung eines Bodens für bestimmte Nutzungen hängt sehr stark von seinen Wasserverhältnissen ab. Eine Darstellung der Wasserverhältnisse (Abb. 5) kann auch Grundlage von wasserwirtschaftlichen Planungen sein (Bewässerungen, Entwässerungen, Gestaltung von Flusslandschaften).

5.2 Thematische Karte über Erosionsgefährdung

In Österreich hat die Abtragung von Bodenmaterial durch Niederschlagswasser die größere Bedeutung (Abb. 6); nur in den Trockengebieten des pannonischen Raumes gibt es auch bedeutende Bodenverlagerungen durch Wind (Abb. 7).

Sowohl bei der Gefährdung der Böden durch Wind als auch durch Wassererosion sind die Bodenart, die Humusverhältnisse und die Struktur wichtige Faktoren. Thematische Karten über die Erosionsgefährdung stellen eine wichtige Grundlage für die Planung von Erosionsschutzmaßnahmen dar.

5.3 Klärschlammverwertung

Gegenüber dem Klärschlamm und seinem Einsatz als Dünger besteht von Seiten der Landwirtschaft eine skeptische Einstellung. Ganz allgemein fürchtet man vor allem eine Belastung der Böden mit anorganischen (Cd, Pb, Hg, Zn, Cr, Ni u.a. Schwermetalle) und organischen (HCH, HCB, PCB u.a.) Schadstoffen und in weiterer Folge auch eine Gefährdung des Grundwassers sowie der Nutzpflanzen. Andererseits ist aber auch ein gewisses Interesse der Landwirte am gratis zur Verfügung gestellten Klärschlamm unverkennbar und das vor allem aufgrund seiner nicht zu vernachlässigenden Nährstoffwirkung (vor allem N u. P) sowie seinem Gehalt an organischer Substanz. Für die Auswahl von potentiellen Beschlammungsflächen wurden vom Institut für Bodenwirtschaft Bodenempfindlichkeitskarten 1:25.000 (BEK 25, Abb. 8) entwickelt. Diese von der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000 abgeleiteten angewandten Karten sorgen dafür, daß gewisse Bodenflächen (Standorte) aufgrund ihrer Empfindlichkeit vor einer möglichen Zufuhr von Klärschlamm geschützt werden. Diese empfindlichen Böden sind auf der BEK 25 in roter Farbe deutlich sichtbar dargestellt. Die Verantwortlichen der Wasserverbände bzw. der Kläranlagen wissen auf diese Weise sofort, welche Bereiche in ihrem Einzugsgebiet für eine landwirtschaftliche Klärschlammverwertung absolut

nicht in Frage kommen. In Niederösterreich und in der Steiermark wurde die verpflichtende Verwendung von BEK 25 in die Klärschlammverordnungen aufgenommen.

Für die Erstellung von BEK 25 wird ein Auswertungsschema herangezogen, das folgende für diese Fragestellung relevante Boden- bzw. Standortseigenschaften, die alle aus der Bodenkarte 1:25.000 zu entnehmen sind, bewertet:

⇒ *Die Wasserverhältnisse „feucht", „nass" sowie „wechselfeucht mit Überwiegen der Feuchtphase" führen automatisch zur Einstufung „EMPFINDLICH".*
⇒ *Grobanteil (Skelett) bis 70 cm Tiefe*
⇒ *Durchlässigkeit*
⇒ *Flurabstand zum Grund- oder Hangwasser*
⇒ *Hängigkeit*
⇒ *Erosionsgefährdung*

Nach NELHIEBEL und EISENHUT (1986) wurden die Bodenformen vier Empfindlichkeitsstufen („weitgehend tolerant" – grün, „minder empfindlich" – gelb, „minder empfindlich" bei schwach saurer Reaktion – violett und „empfindlich" – rot) zugeteilt. In der Praxis können nach der Steiermärkischen Klärschlammverordnung die Böden der drei erstgenannten Empfindlichkeitsstufen beprobt werden; die „empfindlichen" Flächen sind in jedem Fall von einer Probenahme auszuschließen.

Im Zuge der Anwendung der Niederösterreichischen Klärschlammverordnung sind auf den BEK nur mehr die für eine Beprobung „ungeeigneten" Bodenformen rot dargestellt. Auf allen anderen „geeigneten" (weißen) Flächen können Proben für die Laboranalysen gezogen werden.

Falls die Analysenergebnisse die Grenzwerte der jeweiligen Bundesländer nicht überschreiten und auch keine anderen gesetzlichen Bestimmungen verletzt werden, kann man eine bestimmte Menge von Klärschlamm guter Qualität aufbringen. Somit wird die Basis für eine standortsgerechte Klärschlammaufbringung geschaffen.

5.4 Karten über Nitrataustragsgefährdung

Die Gefährdung des Grundwassers durch Nitrateintrag zählt zu den größten Umweltproblemen in Österreich. In welchem Ausmaß auf verschiedenen Böden eine erhöhte Gefahr der Nitratauswaschung besteht, hängt von einer Reihe von Standortsfaktoren ab. Insbesondere haben das Wasserspeichervermögen, die Durchlässigkeit und der Grundwasserflurabstand einen großen Einfluss. Die Ergebnisse der Österreichischen Bodenkartierung ermöglichen die Abschätzung der oben angeführten Faktoren (Abb. 9, 10 und 11), (SCHNEIDER, 1993, 1996; EISENHUT, 1990).

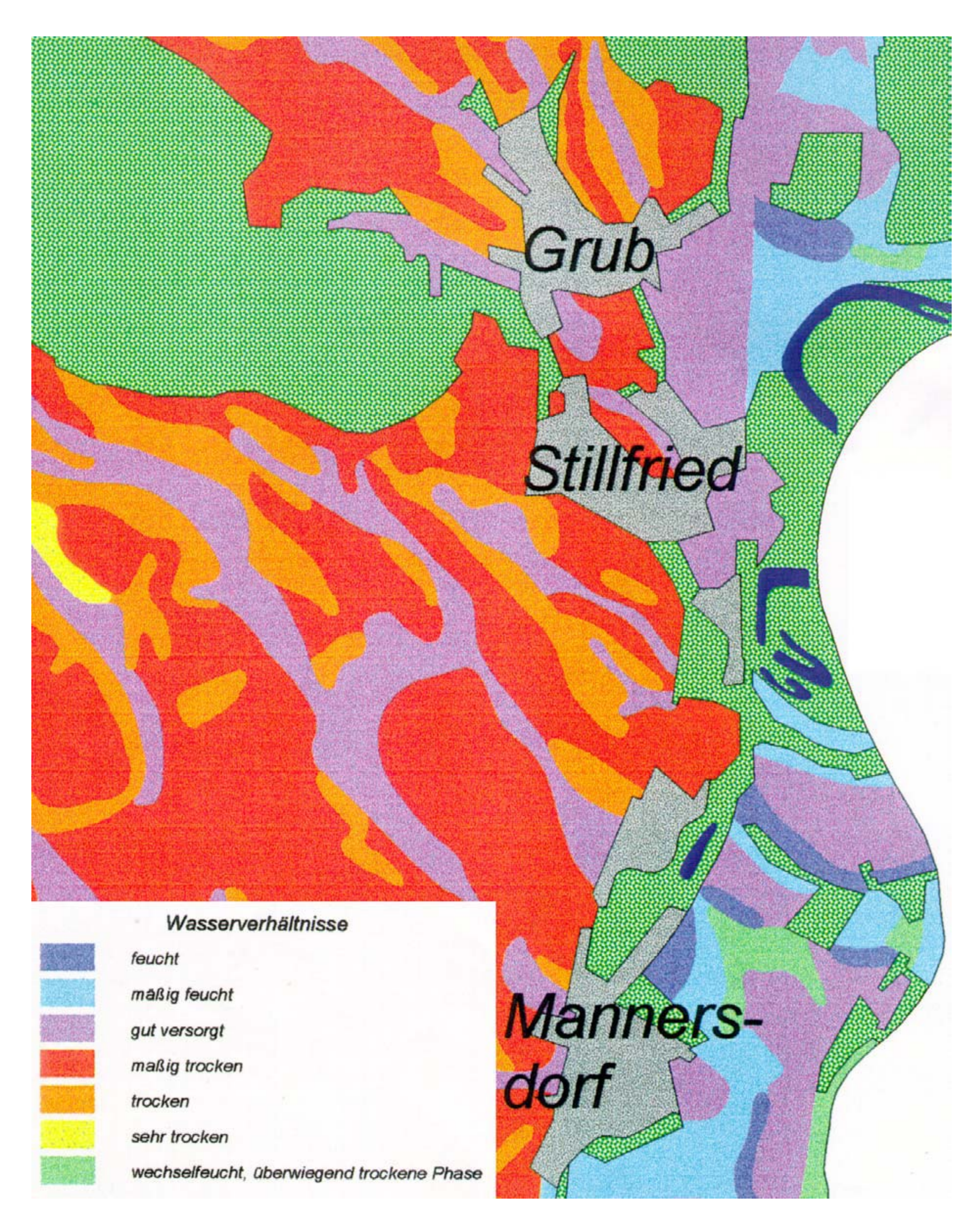


Abb. 5: Thematische Bodenkarte zur Darstellung der Wasserverhältnisse, Ausschnitt aus der digitalen Bodenkarte des Kartierungsbereiches Gänserndorf

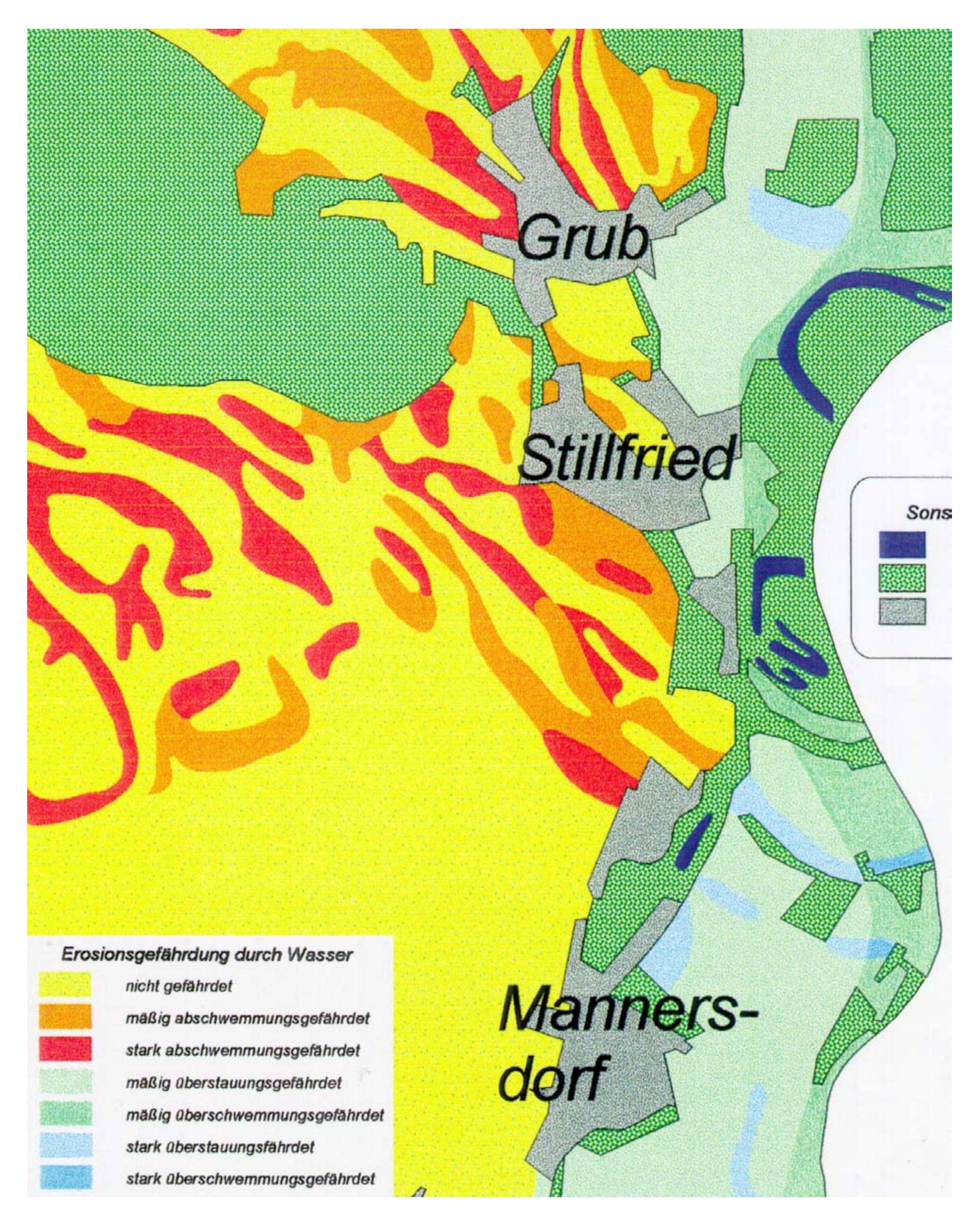


Abb. 6: Thematische Bodenkarte zur Darstellung der Erosionsgefährdung durch Wasser, Ausschnitt aus der digitalen Bodenkarte des Kartierungsbereiches Gänserndorf



Abb. 7: Thematische Bodenkarte zur Darstellung der Erosionsgefährdung durch Wind, Ausschnitt aus der digitalen Bodenkarte des Kartierungsbereiches Gänserndorf

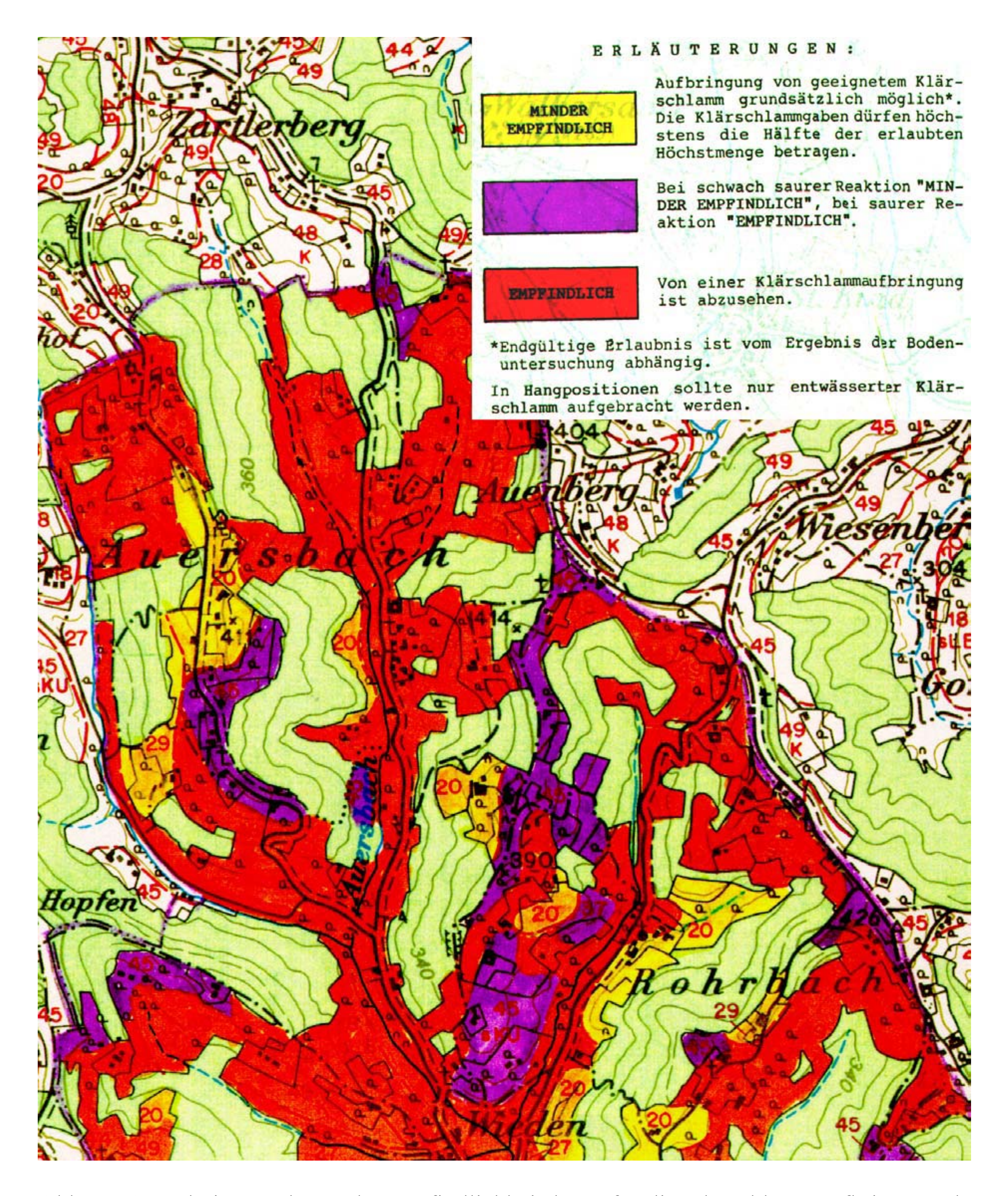


Abb. 8: Ausschnitt aus der Bodenempfindlichkeitskarte für die Klärschlammaufbringung der Ortsgemeinde Auersbach, Kartierungsbereich Feldbach, Steiermark, Blatt 166-3S.

Abb. 9: Spezialbodenkarte des Untersuchungsgebietes, Projekt „Grundwassersanierung Korneuburger Bucht“ (Amt der NÖ Landesregierung, Gruppe Wasser, BMLF)

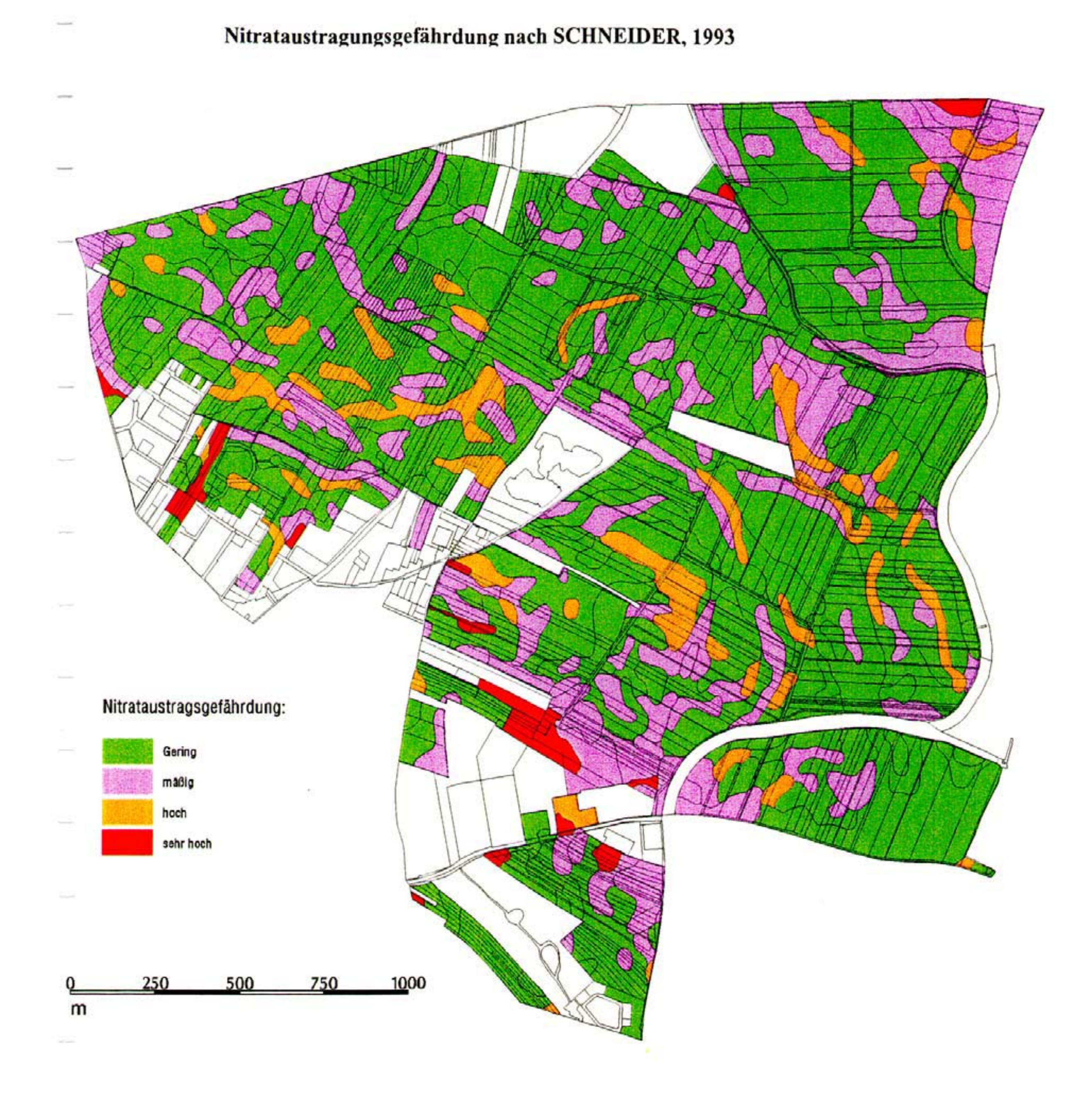


Abb. 10: Thematische Bodenkarte, basierend auf einer Spezialbodenkarte des Untersuchungsgebietes, Projekt „Grundwassersanierung-Korneuburger Bucht“ (Amt der NÖ Landesregierung, Gruppe Wasser, BMLF)

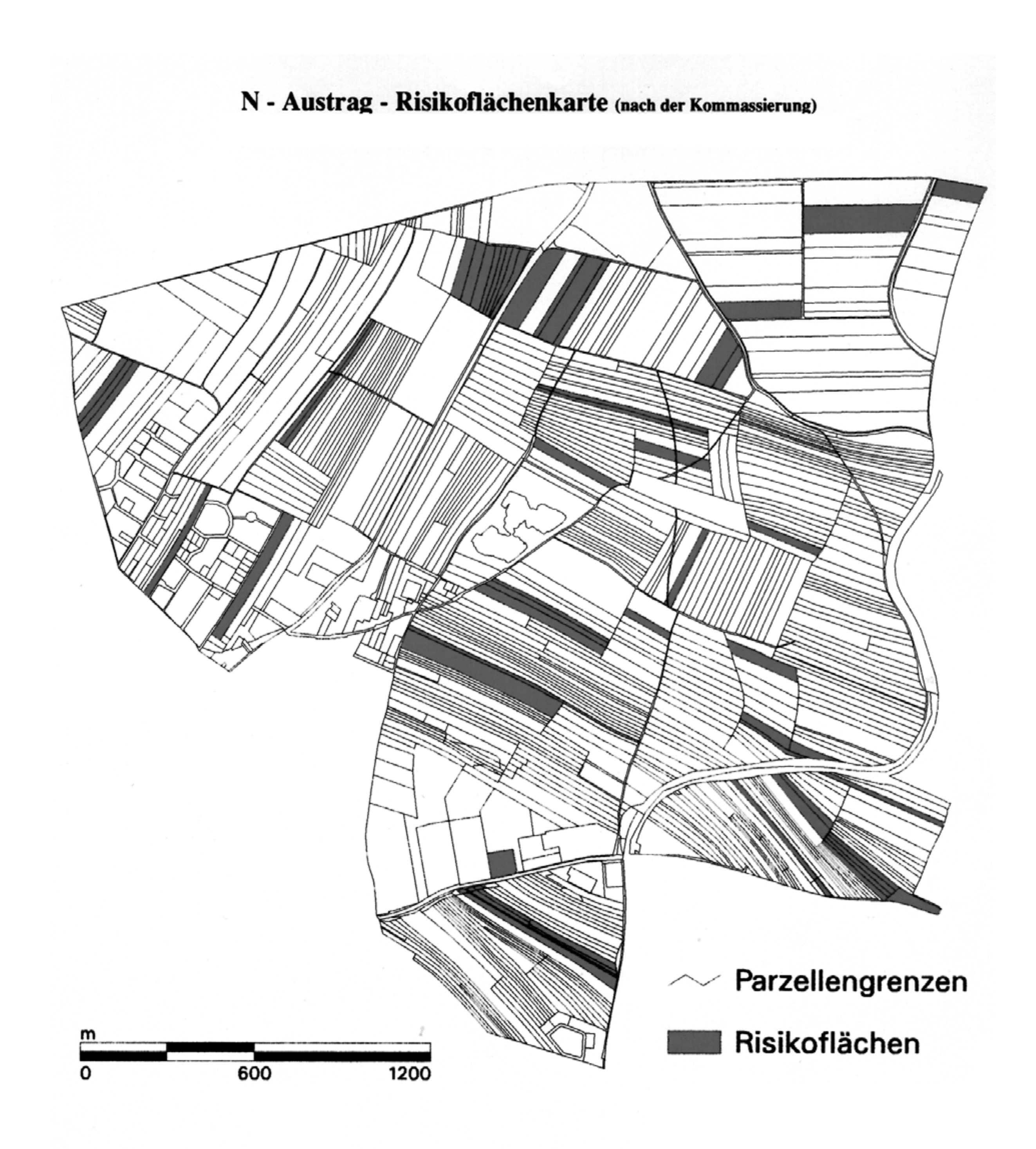


Abb. 11: Darstellung der Stickstoffaustragungsgefährdung einzelner Parzellen, u.a. basierend auf einer Spezialbodenkarte des Untersuchungsgebietes, Projekt „Grundwassersanierung-Korneuburger Bucht“ (Amt der NÖ Landesregierung, Gruppe Wasser, BMLF)

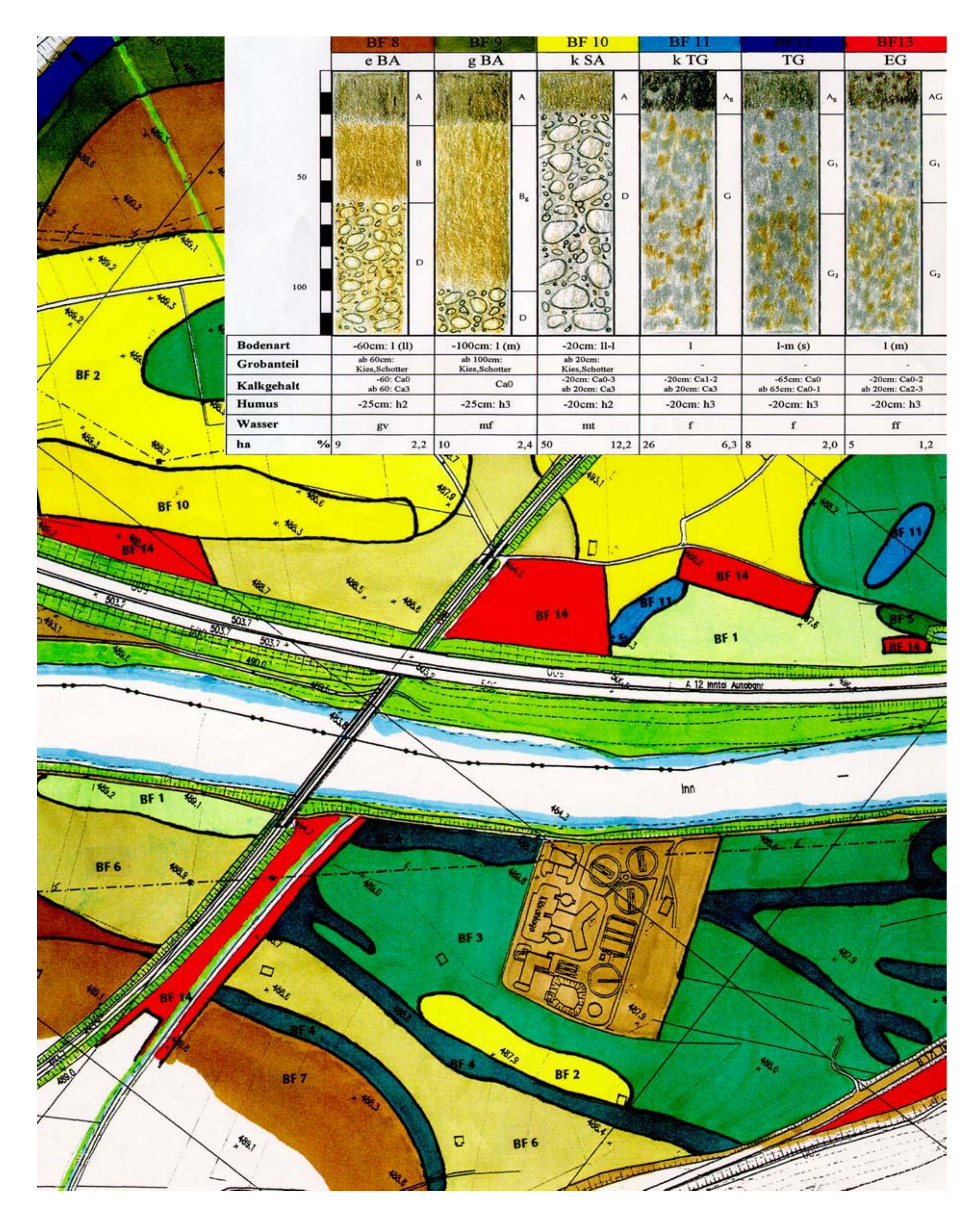


Abb. 12: Spezialkartierung zur Beweissicherung im Bauwesen, Dokumentation der Bodenverhältnisse vor einem Kraftwerksbau

6 Spezialkartierungen (z. B. Gutachten)

Wenn die Aussagen der Übersichtsbodenkarte 1 : 25.000 für gewisse Aufträge (z.B. für die Erstellung von Gutachten) nicht ausreichen, wird von einem begrenzten Gebiet eine zusätzliche Kartierung mit einer wesentlich höheren Stichdichte durchgeführt. In zunehmendem Maße werden zur Beweissicherung Spezialkartierungen im Zuge von Kraftwerks-, Bahn- und Straßenbauten, Erdleitungsbauten (siehe Abb. 12) sowie Rekultivierungen (Schottergruben) verlangt. Zahlreiche Detailkartierungen führen Kartierer zur Auswahl von geeigneten Flächen für Feldversuche, für Forschungsprojekte (Erosionsversuche) und Deponiestandorte durch. Weiters sind Spezialkartierungen Grundlagen gerichtlicher Gutachten (z.B. Berufungen an den Agrarsenat) und für Forschungsprojekte auf dem Gebiete des Umweltschutzes (Grundwassersanierung).

7 Ergänzende Punktdaten, Bodenzustandsinventuren

Bodenzustandsinventuren (BZI's) sind flächendeckende Messprogramme, die Auskunft über den derzeitigen Zustand der Böden eines größeren Gebietes, etwa eines österreichischen Bundeslandes geben sollen. Sie sollen insbesondere den Grad an aktueller Belastung der Böden mit Schadstoffen aufzeigen; sie erlauben jedoch auch wertvolle Einblicke in die naturgegebenen Eigenschaften dieser Böden. DANNEBERG et al. (2000) haben einstweilen die Daten der vier Bundesländer Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark und Burgenland zusammengefasst, gemeinsam statistisch ausgewertet und in die Bodenkartierung eingebunden. Auf die Technik dieser Einbindung wird in einem folgenden Kapitel dieses Heftes im Einzelnen eingegangen (DANNEBERG: Die Einbindung der Daten der Bodenzustandsinventuren in die Österreichische Digitale Bodenkarte. In diesem Heft).

8 Aufbau der digitalen Bodenkarte

Der Aufbau der digitalen Bodenkarte besteht im wesentlichen aus der Übernahme aller graphisch und textlich vorliegenden Informationen der Österreichischen Bodenkartierung, also der gedruckten (analogen) Bodenkarte und der Inhalte der Begleitbroschüren.
Dazu kommt noch die Einbindung sämtlicher, in diesem Zusammenhang durchgeführten Laboruntersuchungen und die Integration der umfangreichen Daten der Bodenzustandsinventuren. Zusätzliche Daten, wie digitale Grundkarten, digitale Höhenmodelle, Luft- und Satellitenbilder und verschiedenste Fremddaten erweitern das Anwendungsspektrum des digitalen Bodeninformationssystems.

Aufbau der Geometriedaten:

Wesentlicher Inhalt des aufzubauenden Bodeninformationssystems ist die in der Österreichischen Bodenkartierung vorliegende Information. Aus den bestehenden, in gedruckter Form vorliegenden Bodenkarten ist der Inhalt in das geographische Informationssystem ARC/INFO zu übernehmen.
Die genaue Übernahme der Bodenformengrenzen ist dabei die Hauptaufgabe.
Der zu erstellende Bodenformenlayer hat eine geschlossene Polygon-Topologie. Diese ist zwingend vorgeschrieben, da nur so eine Attributierung von Flächen im GIS möglich ist. Das heißt, dass sämtliche Flächen geschlossen, miteinander verschnitten und attributiert sein müssen.

- Zu diesen Flächen gehören:
- Bodenformen
- Wald
- Verbautes Gebiet
- Flächenhaftes Gewässer
- Sonstige nicht kartierte Flächen (z.B. hochgelegene Almregionen)

Aufbau der Attributdaten:

Die in dem Erläuterungsheft zur Bodenkarte enthaltenen Informationen sind die primäre Datenbasis der digitalen Bodenkarte.
Zu diesen Informationen gehören:
- Bodenformbeschreibungen
- Profilbeschreibungen und Analysenergebnisse

Die Übernahme dieser Informationen in eine relationale Datenbank und die Verknüpfung mit den Geometriedaten ist eine wesentliche Aufgabenstellung zum Aufbau des Informationssystems.
Der Ablauf zur Übernahme der textlich vorliegenden Informationen in eine relationale Datenbank geschieht im wesentlichen folgendermaßen:
- Einscannen jener Teile der Broschüre, die relevanten Text beinhalten
- automatische Texterkennung mittels OCR-Software
- Nachbearbeitung der Texte zur Übernahme in die Datenbank
- Konvertierung der Texte (Programmentwicklung: D. Horvath, Institut für Bodenwirtschaft)
- Importieren in die relationale Datenbank (Access, Oracle)
- Kontrollen und eventuelle Korrekturen
- Einbindung der Profilzeichnungen

Als Ergebnis entsteht eine vollwertige relationale Datenbank, in der die Textinformationen der Begleitbroschüren nach Schlagwörtern gegliedert in entsprechend getrennten Datenbankfeldern stehen.

Ausblick:

Die Integration von Fremddaten (digitales Geländemodell, hydrologische Modelle, Daten der Bodenschätzung, Forstdaten, Klimadaten, digitale Grundkarten) werden aus der digitalen Bodenkarte ein umfassendes computergestütztes Bodeninformationssystem entstehen lassen, welches sowohl zur leistungsfähigen Abdeckung des traditionellen fachrelevanten Informationsbedarfes, als auch für den interdisziplinären Umweltbereich eingesetzt werden kann.

9 Anwendungsbeispiele

9.1 Düngeberatung, bodenformbezogene Probenahme, Erstellung von Richtlinien für eine sachgerechte Düngung

Bei der modernen Düngeberatung muß versucht werden, die Standortseigenschaften mit den Bodenuntersuchungsergebnissen zu kombinieren, um so eine optimale Aussage über die Düngebedürftigkeit einer bestimmten landwirtschaftlichen Kultur treffen zu können.

Die folgenden düngungsrelevanten Boden- bzw. Standortseigenschaften sind der Bodenkarte zu entnehmen:

⇒ *Gründigkeit (Durchwurzelungstiefe)*
⇒ *Bodenschwere (Tongehalt)*
⇒ *Humusgehalt*
⇒ *Wasserverhältnisse*
⇒ *Grobanteil (Skelett)*
⇒ *Kalkgehalt und Bodenreaktion (Carbonat + pH-Wert)*

Für die bodenformbezogene Probenahme muß die Lage der zu beprobenden Parzelle auf der Bodenkarte festgelegt werden. Durch die Feststellung der im Bereich des Grundstückes befindlichen Bodenform(en) wird dieses bodenkundlich definiert (düngungsrelevante Eigenschaften). Anschließend findet die Beprobung statt. Die standorts- bzw. bodenformbezogene Probenahme bildet zusammen mit den Ergebnissen der Bodenuntersuchung die Basis für eine standorts- und kulturadäquate und somit ökologisch wie ökonomisch ausgewogene Düngeempfehlung. Die vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz herausgegebenen „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ (Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 2000) sehen die Berücksichtigung von Bodeneigenschaften vor.

9.2 Befahrbarkeit der Böden durch Schwerfahrzeuge

Auf Großbaustellen (Wasserkraftwerke, Verkehrsbauten, Erdleitungsbauten) kommt es im Zuge der Arbeiten zu Veränderungen der Böden. Während der Bauzeit können durch die Befahrung mit Baumaschinen sowie durch Planierungen und Erdaufschüttungen Bodenverdichtungen entstehen. Für eine sachgerechte Rekultivierung der geschädigten Flächen ist die Kenntnis des ursprünglichen Bodenzustandes, der aus den Bodenkarten ersichtlich ist, sehr wichtig.

9.3 Beweissicherungen

Nach dem Bau von Wasserkraftwerken kann sich allmählich der Standortscharakter benachbarter Flächen so ändern, dass Anrainer wirtschaftliche Nachteile erleiden. Dies ist dann der Fall, wenn z.B. im Zuge des Wasserrückstaues Vernässungen oder Überschwemmungen von Flächen eintreten. Wenn vor Baubeginn eine genaue bodenkundliche Aufnahme durchgeführt wurde, kann man diese für Beweissicherungen heranziehen.

9.4 Eignung der Böden für bestimmte Kulturpflanzen (Dauerkulturen)

Es besteht die Möglichkeit, aus der Bodenkarte 1:25.000 mehrere für bestimmte Fragestellungen notwendige Informationen herauszuholen, um zum Beispiel die Eignung von Standorten für den Weinbau festlegen zu können.

Boden- bzw. Standortseigenschaften, die die Eignung für den Weinbau bedingen:

⇒ *Bodenschwere*
⇒ *Skelettanteil*
⇒ *Bodenfarbe*
⇒ *Carbonatgehalt*
⇒ *Wasserverhältnisse*
⇒ *Exposition*
⇒ *Lage*

Die erwähnten Eigenschaften einzelner Böden (Bodenformen) können mit Hilfe eines Auswertungsschemas beurteilt werden und bewirken die Zuordnung der Bodenformen zu den Eignungsstufen „gut geeignet“, „geeignet“, „kaum geeignet“ und „nicht geeignet“.

10 Bodenkartierung – praxisorientierte Arbeit im Dienst der Öffentlichkeit

Ein vorrangiges Ziel der Bodenkartierung ist die praktische Verwertbarkeit der erhobenen Daten. Die Bodenkarte muss daher folgende Anforderungen erfüllen:

- Verfügbarkeit

Am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Bodenwirtschaft, Abteilung Bodenkundliche Auswertung, sind je nach Bedarf einzelne Mappenblätter oder ganze Kartierungsbereiche mit den dazugehörigen Erläuterungen erhältlich.

- Handlichkeit und Übersicht

Der Ausgabemaßstab und das Format A3 der Mappenblätter ermöglichen eine leichtere Orientierung sowie eine schnelle Übersicht im Gelände.

- Allgemeinverständliche Information

Auch Personen ohne besondere Vorkenntnisse können mit der Bodenkarte arbeiten und die gewünschten Informationen für sich nutzen.

10.1 Beratung für bodenkundliche Fragestellungen

Privatpersonen, aber auch Unternehmen, die mit Problemstellungen konfrontiert sind, deren Lösung eine fachliche Unterstützung auf dem Gebiet der Bodenkunde erfordert, bekommen in der Abteilung Feldbodenkunde Rat und Auskunft.

Beispiele:

- Ursachen für Pflanzenerkrankungen im Boden (z.B. Chlorose)
- Eignung einer Fläche für beabsichtigte Nutzung
- Auswahl von Versuchsflächen

10.2 Vertretungsfunktion

Im Hinblick auf den Schutz des Bodens ist eine Teilnahme von Bodenfachleuten in damit befassten Arbeitskreisen notwendig.

Beispiel:

- KIP (Kontrollierte Integrierte Produktion im Weinbau), Bodenpflege und Düngung

10.3 Erstellung von Gutachten

Bei der Erstellung von Gutachten ist eine Entscheidungsfindung nach sachlichen Kriterien und ohne gewinnorientiertes Streben möglich.

Beispiele:

- Verträglichkeitsgutachten von landwirtschaftlichen Nutzflächen als Voraussetzung für die Aufbringung von Klärschlamm
- Gutachten bei Rechtsstreitigkeiten zur Klärung von Fragen, die aus bodenkundlicher Sicht zu bewerten sind (Flurschäden, Nutzungsrechte)

11 Zukunftsperspektiven

In den ersten drei Jahrzehnten der systematischen Bodenkartierung Österreichs standen die bodenkundlichen Aufnahmen für die Bodenkarten im Vordergrund. Seit dem Jahre 1990 kamen zur normalen Kartierungstätigkeit immer mehr Aufgaben hinzu, die eine praktische Anwendung der Bodenkarten sowie eine große feldbodenkundliche Erfahrung der Fachkräfte erforderten. Dieser Trend soll mit folgenden Arbeitszielen in Zukunft fortgesetzt werden:

1. Fertigstellung der Österreichischen Bodenkarte 1 : 25.000
2. Erstellung der Digitalen Bodenkarte Österreichs
3. Aktualisierung der ältesten Bodenkarten
4. Durchführung von Spezialkartierungen größeren Maßstabes für Umweltschutzprojekte (Grundwasserschutz, Erosionsschutz u.a.), Mitwirkung bei Planungen derselben Thematik
5. Spezialkartierungen für Beweissicherungen (Kraftwerksbauten, Straßen- und Bahnbauten, Leitungsbauten)
6. Durchführung von Bodenzustandsinventuren, Betreuung von Dauerbeobachtungsflächen
7. Erstellung von Sachverständigengutachten für Boden (Streitfälle bei Berufungen an die Gerichte und Agrarsenate, private Aufträge vor Klärschlammausbringung)
8. Auswahl von geeigneten Flächen für eine Landesplanung (Aufforstungen, Spezialkulturen)
9. Auswahl von Versuchsflächen für wissenschaftliche Projekte und für Feldversuche
10. Verbreitung von bodenkundlichem Wissen durch Vortragstätigkeit, Führung von Exkursionen, Feldbegehungen mit Landwirten, Schülern von Landw. Fachschulen und Studenten

Es gibt derzeit fünf Kartierer, von denen drei kurz vor dem Eintritt in den Ruhestand stehen und daher hauptsächlich an der Fertigstellung von bereits kartierten Bezirken arbeiten. Im Jahre 2002 werden nur mehr zwei Kartierer am Institut für Bodenwirtschaft beschäftigt sein.
Die oben genannten Aufgaben der Bodenkartierung sind nur mit einem Kartiererstand von 5 – 7 Fachkräften zufriedenstellend auszuführen. Es ist dazu viel feldbodenkundliche Erfahrung notwendig, welche man nur durch die Arbeit im Gelände erwerben kann. Nicht zuletzt deshalb wäre auch eine Aktualisierung der ältesten Bodenkarten sehr vorteilhaft.
Ohne die Außenstellen der Bodenkartierung in Graz, Salzburg und Innsbruck sind allerdings die in den letzten Jahren stark ausgebauten Kontakte zu öffentlichen und privaten Auftraggebern in den Bundesländern (Landesbehörden, Kammern, Ingenieurbüros, Universitäten und Landwirten) nicht mehr aufrecht zu erhalten.

12 Literatur

DANNEBERG, O.H. (2001): Die Einbindung der Daten der Bodenzustandsinventuren in die Österreichische Digitale Bodenkarte. In diesem Heft.

EISENHUT, M. (1990): Auswertung der Österreichischen Bodenkarte 1 : 25.000 für die Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung von Böden, Bericht Nr. 5 der Bundesanstalt für Bodenwirtschaft, Wien

FACHBEIRAT FÜR BODENFRUCHTBARKEIT UND BODENSCHUTZ (2000): Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Bodenwirtschaft, Hrsg., Wien. 5. Auflage.

KRABICHLER, A. (1967): Die Österreichische Bodenkarte 1 : 10.000. Anweisung zur Durchführung der Kartierung, Bundesanstalt für Bodenkartierung und Bodenwirtschaft, Hrsg., Wien.

KRABICHLER, A. et al. (1983): 25 Jahre Bodenkartierung, Bundesanstalt für Bodenwirtschaft, Wien

NELHIEBEL P. und M. EISENHUT (1986): Die Bodenempfindlichkeitskarte – ein Beitrag zum Umweltschutz. In: Mitt. Österr. Geol. Ges., Wien, S. 163 – 174

NIESSL, M., I. POVOLNY und M. WANDL (1996): 40 Jahre Österreichische Bodenkarte – Die kartographische Darstellung der Österreichischen Bodenkartierung 1956 – 1996. In: Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Wien, Band 9, S. 23 - 36

SCHNEIDER, W. (1993): In: Gruppe Wasser, Grundsatzkonzept Grundwassersanierung Korneuburger Bucht. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft und Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Hrsg., Wien.

SCHNEIDER, W. (1996): In: Gruppe Wasser, Grundsatzkonzept Grundwassersanierung Korneuburger Bucht. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft und Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Hrsg., Wien.

BODENSCHÄTZUNG IN ÖSTERREICH

Josef WAGNER

Bundesministerium für Finanzen, Bodenschätzung, A- 1015 Wien

Zusammenfassung

Seit dem Jahre 1947 wird in Österreich primär für steuerliche Zwecke eine Schätzung der natürlichen Ertragsfähigkeit der landwirtschaftlich genutzten Bodenflächen vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Schätzungen sind in Karten und Büchern festgehalten und werden in regelmäßigen Zeitabständen aktualisiert. Die Daten der Bodenschätzung werden neben der steuerlichen Anwendung zunehmend auch als Informationsquelle oder als Grundlage in Angelegenheiten der Bodenreform, für Förderungszwecke, bei Entschädigungsfragen, für Raumplanungszwecke, im Grundwasser- und Bodenschutz, in Fragen des Umweltschutzes, für wissenschaftliche Arbeiten sowie für standortsgerechte Bewirtschaftungsverfahren herangezogen. Die grundstücksbezogenen Bodenschätzungsergebnisse zeichnen sich durch eine weit gehende Kontinuität und Vergleichbarkeit, in großen Teilen Österreichs auch durch ihre Aktualität auf Grund von periodischen Überprüfungen aus. Durch die Zusammenarbeit mit den Vermessungsbehörden und durch den direkten Bezug auf die Katastralmappe ist auch eine hohe geometrische Genauigkeit gewährleistet. Die nunmehr in Angriff genommene Digitalisierung ermöglicht eine automationsunterstützte Verknüpfung mit weiteren Informationen der Digitalen Katastralmappe bzw. der Grundstücksdatenbank und eröffnet künftighin eine breit gefächerte Anwendung dieser Datenbestände.

Summary

Since 1947 an estimation of the quality and natural productivity of agricultural soils has been carried out in Austria, primarily for tax purposes. The periodically up-dated results of the soil assessment are documented in the Soil Taxation Register ('Schätzbuch') and in soil taxation maps. Soil assessment data are not only used for the taxation of agricultural property, they also include basic ecological information about soils and are used to tackle cases of land reform, subsidies, compensation, regional planning, groundwater and soil conservation, tasks of environmental conservation, scientific projects and as a basis for site-adapted soil management. The soil taxation data have been investigated with a high degree of continuity and comparability and updated by periodical investigations in large areas of Austria. Furthermore, the co-operation with the Federal Surveying Office and the direct reference to the cadastral map permit high geometric precision. The digital translation of the soil assessment data, which has already been started, will allow to link them to other data of the digital cadastral map and will permit a wide range of use of the data.

1 Entwicklung der Bodenschätzung in Österreich, Gesetzliche Grundlagen und Zweck

Zur Schaffung objektiver Bewertungsgrundlagen wird in Österreich ab dem Jahre 1947 eine auf Basis der natürlichen Ertragsbedingungen aufgebaute Schätzung der landwirtschaftlich genutzten Bodenflächen primär für steuerliche Zwecke durchgeführt. Die Erstschätzung erfolgte gemäß den Bestimmungen des Bodenschätzungsgesetzes vom 16. Oktober 1934, Deutsches RGBl. I s. 1050 sowie den hiezu ergangenen Durchführungsbestimmungen und Verordnungen, die auf Grund des Rechtsüberleitungsgesetzes dem österreichischen Rechtsbestand angehörten. Im Jahre 1973 konnte die Erstschätzung im Bundesgebiet zum Abschluss gebracht werden. Bei der Schätzung wurde der Boden auf seine Beschaffenheit untersucht und gleichzeitig seine natürliche Ertragsfähigkeit ermittelt. Die Ergebnisse dieser Einschätzung wurden in den Schätzungsbüchern festgehalten und in den Schätzungskarten dargestellt. Mit der Feststellung zeitgemäßer Werte hinsichtlich der Ertragsfähigkeit wurden die durch den Zeitablauf überholten und bereits aufgehobenen Katastralreinerträge aus der Zeit der Monarchie ersetzt.

Durch das Bundesgesetz vom 9. Juli 1970, über die Schätzung des landwirtschaftlichen Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz 1970, BGBl. Nr. 233/1970), wurde die Materie der Bodenschätzung auf eine neue Rechtsgrundlage gestellt. Damit wurden die notwendigen Bestimmungen geschaffen, die es ermöglichen, die Fortführung der Schätzungsergebnisse und ihre Übernahme in den Kataster sicherzustellen. Infolge der Fortentwicklung der Landwirtschaft durch Technisierung, Mechanisierung und Änderungen in der Pflanzen- und Tierproduktion ergeben sich im Laufe der Zeit Verschiebungen der Ertragsverhältnisse bei den einzelnen landwirtschaftlichen Kulturböden zueinander. Darüber hinaus können sich die von der Natur her gegebenen Ertragsverhältnisse durch Meliorationen, Änderungen des Grundwasserspiegels oder durch Naturkatastrophen wesentlich verändern. Auch das Ausmaß der landwirtschaftlichen Nutzfläche selbst ist in Österreich infolge von Neuaufforstungen, Erweiterungen der Siedlungsräume, Ausbau von Industrieanlagen, Straßenbauten usw. dauernd rückläufig.
Die nunmehrige Aufgabe der Bodenschätzung liegt daher in der Evidenthaltung der bereits vorliegenden Schätzungsergebnisse. Gemäß Bodenschätzungsgesetz ist in Zusammenarbeit mit der Vermessungsbehörde die zu schätzende landwirtschaftlich nutzbare Fläche des Schätzungsoperates dem Stand in der Natur anzupassen und es sind die Wertzahlen solcher Flächen erforderlichenfalls neu festzustellen. So wurden auf Grundlage der ab 1974 rechtsverbindlich kundgemachten Musterstücke der Bodenschätzung im Zeitraum von 1974/75 bis 1997 im Rahmen der ersten Überprüfungsperiode mehr als 50 % der Erstschätzungsfläche einer Überprüfung (Überprüfungsschätzung) unterzogen.
In den Jahren 1994 bis 1997 wurden gem. § 2 Abs. 1 Bodenschätzungsgesetz die Bundesmusterstücke überprüft und die Ergebnisse am 4. Dezember 1997 rechtsverbindlich im AMTSBLATT ZUR WIENER ZEITUNG (AWZ, 1. Teilkundmachung) kundgemacht. In Ergänzung der Bundesmusterstücke wurden in den Jahren 1997 bis 2000 auch die Landesmusterstücke in den einzelnen Finanzlandesdirektionsbereichen überprüft und 1999 (AWZ vom 17./18. Dezember 1999, 2. Teilkundmachung,) bzw. 2000 (AWZ vom 19. Dezember 2000, 3. Teilkundmachung) kundgemacht. Die kundgemachten Musterstücke bilden nunmehr die Rechtsgrundlage für die laufenden Überprüfungsschätzungen.

2 Natürliche Ertragsbedingungen

Gemäß den gesetzlichen Bestimmungen umfasst die Bodenschätzung einerseits die Untersuchung des Bodens auf seine Beschaffenheit und die kartenmäßige Darstellung des Untersuchungsergebnisses (Bestandesaufnahme) und andererseits die Feststellung der natürlichen Ertragsfähigkeit auf Grund der natürlichen Ertragsbedingungen; das sind Bodenbeschaffenheit, Geländegestaltung, klimatische Verhältnisse und Wasserverhältnisse.

2.1 Bodenverhältnisse

Für die Feststellung der Bodenverhältnisse sind die Bodenart, die Zustandsstufe und bei der Ackerschätzung auch die Entstehungsart maßgeblich (vgl. 3.1. und 3.2.).
An Bodenarten werden acht mineralische und eine organische Bodenart unterschieden. Neben der Bodenart und Entstehungsart sind in der Zustandsstufe auch weitere fruchtbarkeitsbestimmende Eigenschaften des Bodens, wie Humusgehalt, Krumenmächtigkeit, Grobanteil, Lagerung, Struktur, Kalkgehalt, Vergleyung, Konkretionen, Horizontübergänge, Beschaffenheit des Unterbodens, zusammengefasst. Es geht daher mit diesen Merkmalen auch der bodentypologische Entwicklungszustand des Bodens in die Zustandsstufe ein. Wissenschaftliche Untersuchungen in Deutschland haben bestätigt, dass über die Bodenart und Zustandsstufe in Verbindung mit der Entstehungsart die nutzbare Feldkapazität von landwirtschaftlich genutzten Böden erfasst wird. Dieser Parameter ist entscheidend für das Ertragspotential von Böden (EMMERICH et al., 1998).

2.2 Klimaverhältnisse

Im Rahmen der Bodenschätzung werden sowohl regionalklimatische Klimaparameter, wie Jahresmitteltemperatur in °C, 14-Uhr-Temperatur von April bis August in °C, Jahreswärmesumme in °C, Klimastufe nach Temperatur und Wärmesumme, Klimatische Wasserbilanz (K- und T-Wert) und Jahresniederschlag in mm als auch lokalklimatische Verhältnisse, wie Frostgefährdung, Nord-Exposition, Bergschatten u.a.m. berücksichtigt, wobei es deutliche Unterschiede in der Art der Berücksichtigung zwischen Ackerschätzung und Grünlandschätzung gibt.

2.2.1 Klimarahmen

Der derzeitige Klimarahmen gilt ab 1997 und stellt eine Weiterentwicklung des Klimarahmens der ersten Überprüfungsperiode (1974 bis 1997) dar.
Die Daten des Regionalklimas basieren auf den Grundlagen der amtlichen Klimamessstellen aus dem Zeitraum von 1961-1990, die mittels Fehlerprüfverfahren und Interpolationen zu möglichst homogenen und vollständigen Reihen aufbereitet werden konnten. Diese Datensätze stellen die Eingangsgrößen dar, die mit Hilfe eines digitalen Höhenmodells (500 m x 500 m Raster) verarbeitet wurden und eine mesoskalige Differenzierung erlauben. Über die Verschneidung mit Gemeindegrenzen ergeben sich daraus ortsspezifische Datensätze, die die Klimagrundlage für die Bodenschätzung darstellen.
Mit den Klimastufen (nachfolgende Tabelle), definiert nach Temperatur (14-Uhr Temperatur von April bis August und Jahresmitteltemperatur) und Wärmesumme wird das Wärmeklima eines Standortes gekennzeichnet. Die Wärmesumme ergibt sich aus der Addition aller 14-

Uhr-Temperaturen über das gesamte Jahr, sofern das tägliche Minimum nicht unter 5,0°C und das tägliche Maximum nicht unter 15,0°C liegt.

Die Zuordnung der 5 Klimastufen mit den jeweiligen Subtypen (1= gut, 2= mittel, 3= schlecht) erfolgt nach folgenden Kriterien:

Klimastufe	14-Uhr-Temperatur (°C)	Jahresmitteltemperatur (°C)	Wärmesumme (°C)
a1*)	>=20,6	>=8,5	>=3600
a2	20,5 - 19,1	>=8,0	3200 - 3599
a3	20,5 - 19,1	<=7,9	3050 - 3199
	19,0 - 18,6	>=8,0	
*)Für die Klimastufe a1 ist ein K-Wert zwischen 60 und 80 erforderlich.			
b1	19,0 - 18,6	<=7,9	2900 - 3049
	18,5 - 17,6	>=8,0	
b2	18,5 - 17,6	7,9 - 7,0	2750 - 2899
b3	18,5 - 17,6	<=6,9	2600 - 2749
	17,5 - 17,1	>=7,0	
c1	17,5 - 17,1	<=6,9	2450 – 2599
	17,0 - 16,0	>=7,0	
c2	17,0 - 16,0	6,9 - 5,6	2300 - 2449
c3	17,0 - 16,0	<=5,5	2150 - 2299
	15,9 - 15,5	>=5,6	
d1	15,9 - 15,5	<=5,5	1900 - 2149
	15,4 - 13,0	>=5,6	
d2	15,4 - 13,0	5,5 - 3,5	1650 - 1899
d3	15,4 - 13,0	<=3,4	1400 - 1649
	12,9 - 12,1	>=3,5	
e1	12,9 - 12,1	<=3,4	1100 - 1399
	<=12,0	>=3,4	
e2	12,0 - 10,0	3,4 - 2,0	850 - 1099
e3	<=9,9	<=1,9	<850

Auf Basis zweier Indices, K-und T-Wert, werden zusätzlich besondere Benachteiligungen oder Begünstigungen im Wärme-/Wasserhaushaltsregime (klimatische Wasserbilanz) berücksichtigt (HARLFINGER & KNEES, 1999). Der T-Wert charakterisiert die Häufigkeit trockener Bedingungen in der Vegetationszeit (April-September), wobei Werte über 14 % zu Abschlägen führen. Der K-Wert beschreibt die Gesamtjahresbilanz, wobei im a-Klima unter semiariden Bedingungen (K>=100) Abschläge, unter schwach humiden Bedingungen (K=60-80) Zuschläge zu geben sind. Bei der Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse für Böden der Kulturarten des Ackerlandes wird davon ausgegangen, dass für alle Bodenarten bei einer 14-Uhr-Temperatur in der Vegetationszeit (Monate April bis einschließlich August) von 19°C, einer Jahreswärmesumme von 3100°C und bei einem gleichzeitigen Jahresniederschlag von 600 mm weder ertragsmindernde noch ertragserhöhende Einflüsse gegeben sind. Abweichungen von dieser Basisunterstellung sind durch Zu- und Abrechnungen in Prozenten von

den festgestellten Bodenzahlen vorzunehmen. Bei der Grünlandschätzung sind in der Grünlandgrundzahl bereits die regionalen Wärmeverhältnisse in Form der Klimastufe erfasst. Auch ist bei der Schätzung des Grünlandes der Einfluss der Jahresniederschläge bereits in den Wasserstufen mit berücksichtigt. Lokalklimatische Verhältnisse sind gesondert zu erfassen. Anzumerken ist noch, dass die Überprüfungsschätzungen zwischen 1974 bis 1997 auf der Klimaperiode 1921 bis 1970 basieren.

2.2.2 Lokalklima

Kleinräumige Klimaunterschiede, bedingt durch die Geländegestaltung (Täler, Hänge, Mulden, Bewaldung etc.), werden unter Beiziehung weiterer Parameter berücksichtigt. Dazu gehören u.a. Exposition, Bergschatten, Frostgefährdung (Frost mit Index 1 = schwach frostgefährdet, 2 = frostgefährdet, 3 = stark frostgefährdet), erschwerte Heutrocknung, vermehrte Nebelhäufigkeit (Nebel), Windeinflüsse (Wind = austrocknende Wirkung des Windes, Flugerde, -sand und Wind (kalt) mit Index 2 = windoffene Lage, 3 = stark windoffene Lage), überdurchschnittlich lange Schneedeckendauer.

2.3 Geländeverhältnisse

Im Rahmen der Bodenschätzung werden die Geländeverhältnisse der landwirtschaftlichen Nutzflächen erhoben und in den Schätzungskarten und -büchern dokumentiert. Die Geländeneigungen werden in Grad mit Richtungspfeilen angegeben.

2.4 Wasserverhältnisse

Die Feststellung der Wasserverhältnisse erfolgt bei Acker- und Grünlandschätzung unterschiedlich. In Pkt. 3. wird dies näher dargestellt.

2.5 Sonstige Einflüsse

Sonstige natürliche ertragsmindernde oder ertragserhöhende Einflüsse werden, sofern sie wesentlich sind, in Form von Zu- und Abschlägen zu den Wertzahlen berücksichtigt. Insbesondere werden Waldschatten, ungünstige Oberflächenausformung, Versteinung, Nassstellen, Rutschgefährdung u.a.m. bei der Wertzahlermittlung berücksichtigt. Im Schätzungsbuch sind bei der jeweiligen Klassenfläche die Besonderheiten vermerkt: z.B. wel, bu = wellig, buckelig; NaSt = Nassstellen.

3 Schätzungsrahmen

Gemäß Bodenschätzungsgesetz sind die nicht als Musterstücke ausgewählten landwirtschaftlich genutzten Bodenflächen unter Zugrundelegung der rechtsverbindlichen Ergebnisse der Musterstücke zu schätzen. Unter Bedachtnahme auf die rechtsverbindlichen Einwertungen der Musterstücke wurden die Schätzungsrahmen - ein Ackerschätzungsrahmen und ein Grünlandschätzungsrahmen - weiterentwickelt (siehe Tabellen 1 und 2). Die Schätzungsrahmen dienen dem Bodenschätzer als Hilfsmittel bei der Einschätzung der landwirtschaftlichen Kulturflächen. Es wird dadurch eine einheitliche Ableitung der Wertzahlen gewährleistet, die im richtigen Verhältnis zu den kundgemachten Musterstücken stehen.

3.1 Ackerschätzungsrahmen

Der Rahmen ist so aufgebaut, dass nach Feststellung der Bodenart, der Zustandsstufe und der Entstehungsart eine Wertzahlenspanne ermittelt wird. Aufgabe des Bodenschätzers ist es, jeden Boden in diese drei Merkmalsgruppen einzuordnen und seine entsprechende Wertzahl aus der vorgeschriebenen Wertzahlenspanne zu bestimmen.

Die einzelnen Merkmale des Ackerschätzungsrahmens (Tabelle 1) bedeuten:

a) Bodenart
An mineralischen Bodenarten sind ausgewiesen Sand = S, anlehmiger Sand = Sl, lehmiger Sand = lS, stark lehmiger Sand = SL, sandiger Lehm = sL, Lehm = L, toniger Lehm, lehmiger Ton = LT, Ton = T und als organische Bodenartengruppe das Moor = Mo.

Bestimmt wird die Bodenart beim Feldbegang mit Hilfe der so genannten Fingerprobe, wobei bei den mineralischen Bodenarten insbesondere der Mengenanteil der Feinerde an Sand, Schluff und Ton von Bedeutung ist. In einem Texturdreieck (Abbildung 1), welches aus Analysenergebnissen der überprüften Bundesmusterstücke und den vorgenommen feldbodenkundlichen Beurteilungen abgeleitet wurde, sind die einzelnen Bereiche der Bodenarten dargestellt. Die Grenzen zwischen zwei benachbarten Bodenarten sind jedoch nicht als Linien sondern als Bandbreiten zu betrachten, da sowohl der Besatz mit Grobmaterial und der Humusgehalt als auch die Lagerung des Feinbodens noch zusätzlich die "Bodenart" beeinflusst. Bei der Bodenschätzung bezeichnet somit die Bodenart nicht nur die Korngrößenzusammensetzung, sondern hat auch gewisse funktionale Komponenten.
Der landwirtschaftliche Bodenwert steigt vom reinen Sand bis zum Lehm an und sinkt dann wieder bis zum schwersten Tonboden ab. Dies kommt in den Wertzahlenspannen (Bodenzahlen) des Schätzungsrahmens zum Ausdruck. Die optimalen Voraussetzungen als Pflanzenstandort haben mittelschwere Böden mit günstigen Luft- und Wasserhaushalt sowie einer günstigen Nährstoffverfügbarkeit, wie dies bei den Lössböden der Fall ist. Schwere Böden zeigen ungenügende Durchlüftung sowie schlechte Wasserzirkulation. Sandböden weisen geringe Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit sowie zu starke Durchlüftung auf (vgl.2.1)

b) Zustandsstufe
Die ausgewiesenen Bodenartengruppen werden in Zustandsstufen (obere horizontale Gliederung) unterteilt.
Die Zustandsstufe ist Ausdruck für die Gesamtbeschaffenheit des Bodens und Kennzeichen für die Eignung als Standort für Kulturpflanzen; die Zustandsstufe ist somit ein Sammelbegriff für Bodeneigenschaften, die durch langandauernde Einwirkung von Klima (Temperatur und Niederschlag), früherer Vegetation, Geländegestaltung, Wasserverhältnisse aber auch menschlicher Bearbeitung bedingt sind.
Sie stellen entweder Entwicklungs- oder Alterungsstufen der Böden dar. Insgesamt sind 7 Zustandsstufen gebildet worden, von denen die Stufe 1 den günstigsten, die Stufe 7 den ungünstigsten Zustand des Bodens kennzeichnet (vgl. 2.1.). Für die Einordnung ist auch der Bodentyp von Bedeutung.
Im Wesentlichen werden gut entwickelte, tiefgründige Böden den Zustandsstufen 1 und 2 zugeordnet, seichtgründige und/oder vernässte Böden den Zustandsstufen 5 bis 7, die Zustandsstufen 3 und 4 nehmen eine Zwischenposition ein.

Beispiele für Zustandsstufeneinordnungen an Hand von Bundesmusterstücken (BMSt): (Abkürzungen vgl. Anhang)
Bei Tschernosemen und gut entwickelten Feuchtschwarzerden überwiegen die Zustandsstufen 1 bis 3, bei tiefgründigen Braunerden und Parabraunerden die Zustandsstufen 2 bis 4, bei Pseudogleyen die Zustandsstufen 5 und 6, bei mittelgründigen Felsbraunerden, Kulturrohböden die Zustandsstufen 4 und 5, bei seichtgründigen Rankern und Rendsinen die Zustandsstufen 5 und 6.

BMSt 12 Großnondorf L 1 Lö 100/83, Tschernosem: tiefgründiger, humoser Boden - Ap/A bis 70 cm, AC bis 95 cm, krümelige Struktur.

BMSt 60 Schwand im Innkreis L 2 LöD 77/72 schwach pseudovergleyte, entkalkte Parabraunerde: Ap bis 25/30 cm , Al bis 45 cm, Bta bis 65 cm, Bg bis 80 cm, ab 80 cm BP.

BMSt 36 Wolfpassing sL 2 D 74/77, schwach vergleyte, kalkfreie Lockersedimentbraunerde: Ap bis 25 cm, AB bis 45 cm, Ba bis 70, ab 70 cm Bg.

BMSt 38 Fels am Wagram sL 3 Lö 65/56, Tschernosem: Ap bis 30 cm, AC bis 40/50 cm, C.

BMSt 21 Obergrünbach SL 4 DV 44/42, tagwasservergleyte, kalkfreie Braunerde: Ap bis 25cm, Ba bis 30/35 cm, Bg bis 55 cm, BP bis 70, SCvrel ab 70 cm.

BMSt 29 Mistelbach sL 5 Lö, Kulturrohboden: schw. humoser ACp bis 30cm, ab 30 cm C.

BMSt 111 Unterpurkla sL/LT 5 D 49/54, Pseudogley aus Staublehm: Apg bis 20/25 cm, P bis 40 cm, S ab 40 cm.

BMSt 45 Brunn (Sl/Fe 6 Vg) 15/13 verbraunter Ranker: Ap bis 10/15 cm, BvCv bis 20/30 cm, dann C.

Tabelle 1: Ackerschätzungsrahmen

Ackerschätzungsrahmen

Überprüfung 2

Bodenart	Entstehungsart	Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
S	D		43-36	35-29	28-22	21-17	16-12	11-7
	Dg			32-25	24-19	18-14	13-9	8-7
	Al		50-42	41-34	33-27	26-21	20-17	16-10
	Alg			38-31	30-26	25-20	19-12	11-7
	V		42-35	34-28	27-21	20-16	15-12	11-7
	Vg			30-24	23-19	18-14	13-9	8-7
Sl (S/lS)	D	60-53	52-45	44-37	36-29	28-22	21-17	16-11
	Dg			40-33	32-25	24-19	18-14	13-7
	Al	68-60	59-51	50-43	42-35	34-28	27-22	21-15
	Alg			46-39	38-32	31-25	24-18	17-10
	V		50-43	42-36	35-29	28-21	20-16	15-10
	Vg			39-33	32-25	24-19	18-14	13-7
lS	D	68-60	59-52	51-45	44-38	37-30	29-22	21-16
	Dg			48-42	41-34	33-26	25-20	19-13
	Lö	73-65	64-56	55-48	47-41	40-33	32-25	24-18
	Al	76-67	66-59	58-52	51-44	43-35	34-27	26-18
	Alg			55-48	47-38	37-31	30-23	22-16
	V	65-58	57-50	49-44	43-37	36-29	28-21	20-16
	Vg			47-41	40-33	32-25	24-20	19-12
SL (ls/sL)	D	77-69	68-61	60-53	52-46	45-38	37-30	29-20
	Dg			56-50	49-42	41-33	32-25	24-15
	Lö	82-74	73-65	64-56	55-48	47-41	40-33	32-25
	Al	84-75	74-66	65-58	57-51	50-44	43-36	35-26
	Alg			61-55	54-48	47-40	39-30	29-21
	V	73-66	65-58	57-50	49-44	43-36	35-29	28-20
	Vg			53-48	47-40	39-33	32-25	24-15
sL	D	87-78	77-69	68-60	59-53	52-46	45-38	37-28
	Dg			63-57	56-50	49-42	41-32	31-22
	Lö	92-83	82-74	73-65	64-56	55-48	47-41	40-32
	Al	94-84	83-75	74-66	65-58	57-50	49-42	41-32
	Alg			69-62	61-54	53-46	45-36	35-26
	V		73-65	64-57	56-49	48-42	41-34	33-24
	Vg			60-53	52-46	45-38	37-28	27-18
L	D	92-83	82-74	73-66	65-58	57-50	49-42	41-33
	Dg			69-62	61-54	53-46	45-37	36-29
	Lö	100-90	89-80	79-71	70-63	62-55	54-46	45-36
	Al	100-90	89-80	79-71	70-62	61-54	53-45	44-35
	Alg			74-66	65-58	57-49	48-39	38-29
	V		79-71	70-62	61-54	53-45	44-37	36-27
	Vg			65-58	57-49	48-40	39-29	28-18
LT	D	84-75	74-66	65-58	57-51	50-43	42-35	34-26
	Dg			61-55	54-47	46-39	38-31	30-21
	Al	90-80	79-71	70-62	61-54	53-46	45-38	37-27
	Alg			65-58	57-50	49-42	41-33	32-22
	V		70-63	62-54	53-46	45-38	37-29	28-20
	Vg			57-50	49-42	41-32	31-25	24-15
T	D		67-60	59-53	52-45	44-38	37-28	27-18
	Dg			56-49	48-42	41-32	31-23	22-14
	Al		73-65	64-56	55-48	47-39	38-29	28-18
	Alg			59-52	51-43	42-35	34-26	25-14
	V		64-56	55-48	47-40	39-32	31-23	22-15
	Vg			51-44	43-36	35-26	25-18	17-10
Mo			45-37	36-29	28-22	21-16	15-10	9-7

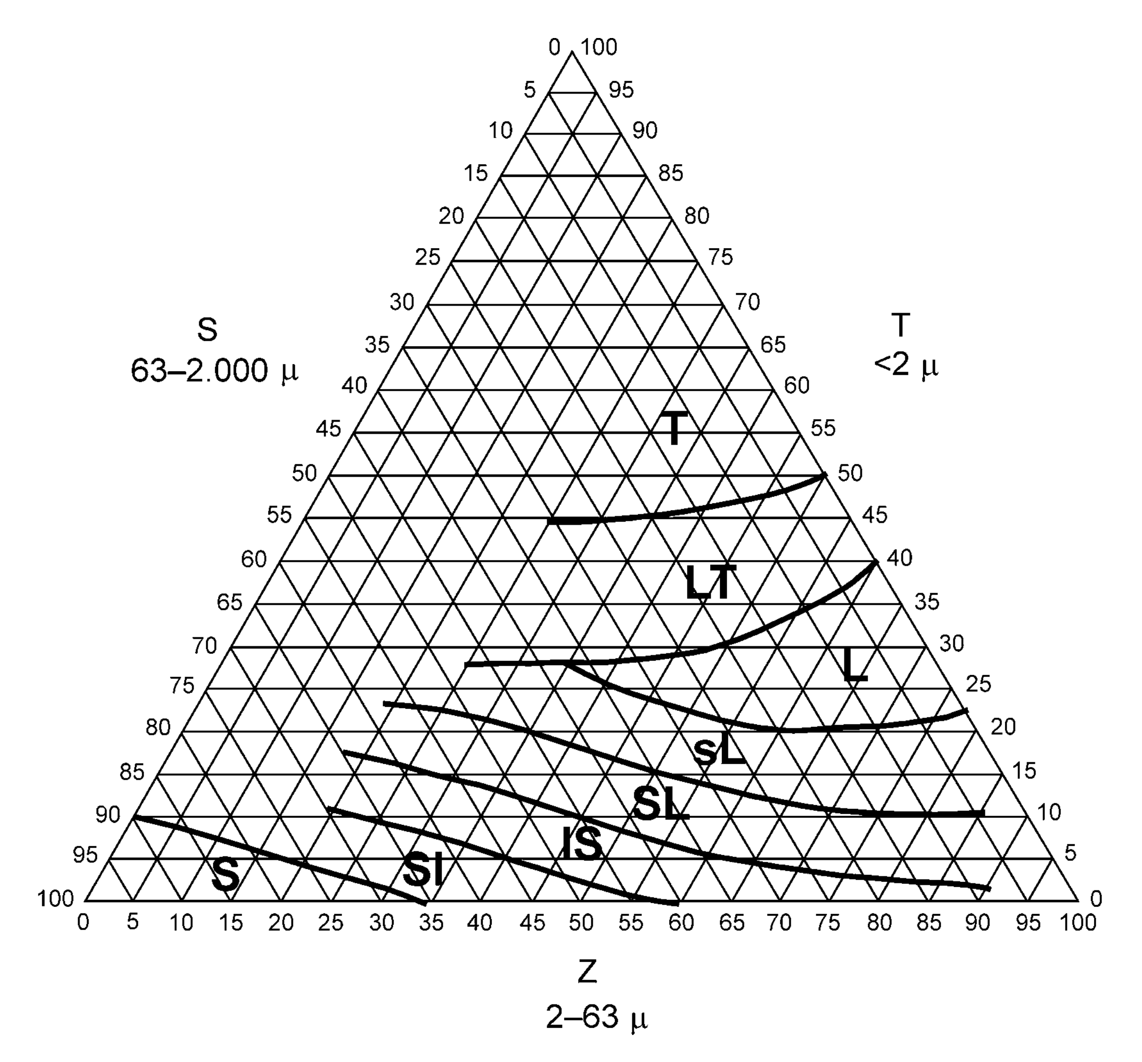


Abbildung 1: Texturdreieck der Bodenschätzung (ab 1997)

c) Entstehungsart
Eine weitere Gliederung der mineralischen Bodenartengruppen erfolgt hauptsächlich im Hinblick auf die mechanischen Kräfte, welche die geologische Entstehung der landwirtschaftlichen Kulturböden im Wesentlichen bewirkt haben. Dies sind einerseits die bewegenden Kräfte Eis, Wasser, Wind und andererseits die unmittelbare Verwitterung an Ort und Stelle. Die Entstehung prägt den Charakter des Bodens, der in der Struktur, im Mineralbestand und im Bodentyp zum Ausdruck kommt, wodurch die Bodenbeschaffenheit und somit auch der Bodenwert wesentlich beeinflusst werden.

D - Diluvialböden: Böden aus quartären bzw. tertiären Sedimenten

Diluvialböden entstanden entweder aus den Ablagerungen der Eiszeit, wie Moränen, Schotterterrassen oder aus tertiären Sedimenten; es sind dies überwiegend Meeressedimente, wie Schotter, Sande, Tegel und Mergel.
Häufige Kombinationen: D,V = Mischprofile; D/V = Schichtprofile.

Lö - Lössböden: Diluvialböden aus äolischem Sediment mit besonders günstigen Eigenschaften für die Bodenbildung

Lössböden zeichnen sich durch besonders günstige Bodeneigenschaften aus, weshalb für sie eine eigene Unterteilung geschaffen wurde. Das lockere, hohlraumreiche Gefüge des Lösses, sein günstiger Wasser- und Lufthaushalt und sein Mineralbestand schaffen optimale Bedingungen für die Bodenentwicklung.
Häufige Kombinationen: LöD = lessivierte, verbraunte Lössprofile; Lö,D = Mischprofile; Lö/V = Schichtprofile.

Al - Alluvialböden: jüngste Schwemmlandböden der Täler und Niederungen der Austufen sowie grundwasserbeeinflusste Böden

Bei den Schwemmlandböden handelt es sich um Böden aus den jüngsten Ablagerungen (Alluvium) in Niederungen und Tälern, die in der Hauptsache mehr oder weniger unter dem Einfluss des Grundwassers stehen. Auch werden nunmehr grundwasserbeeinflusste Standorte der Entstehungsart D, Lö und V teilweise den Alluvialböden zugerechnet.
Im Rahmen der Überprüfung der Musterstücke wurden folgende Zuordnungen getroffen:
Al: Böden aus geologisch jüngeren Alluvionen, die zumindest zeitweise unter Grundwassereinfluss stehen: Auböden, Gleye, Feuchtschwarzerden.
AlD: Böden aus geologisch jüngeren Alluvionen ohne Grundwasserversorgung: trockengefallene Auböden, Lockersedimentbraunerden aus Auböden u.a..
LöAl, DAl, VAl: Lö-, D-, V-Böden mit zumindest zeitweiser Grundwasserversorgung: Feuchtschwarzerden, vergleyte Tschernoseme, vergleyte Braunerden.

V - Verwitterungsböden: aus dem Muttergestein an Ort und Stelle entstanden

Zu den Verwitterungsböden (V) gehören alle Böden, die aus anstehendem Muttergestein ohne besondere Umlagerung entstanden sind.
Häufige Kombinationen: DV = meist alte Verwitterungsböden; D/V = Schichtprofil.

Index g bei D, Al und V-Böden: hoher Grobanteil in der Krume
Dg, Alg und Vg kennzeichnen Böden, die einen hohen Grobanteil (Steine, Schotter) in der Krume aufweisen und somit wertmäßig geringer einzustufen sind.

d) Wertzahlen (Bodenzahlen/Ackerzahlen)
Die Wertzahlen des Ackerschätzungsrahmens (Bodenzahlen) bewegen sich zwischen 7 und 100. Die im Ackerschätzungsrahmen bestimmten Bodenzahlen sind Verhältniszahlen; sie bringen grundsätzlich Reinertragsunterschiede zum Ausdruck, die lediglich durch die Bodenbeschaffenheit in Verbindung mit den Grundwasserverhältnissen bedingt sind. Die klimatischen Bezugsgrößen sind unter Pkt 2.2.1 näher beschrieben. Abweichungen hinsichtlich Geländegestaltung, klimatischer Verhältnisse sowie die Beurteilung anderer von der Natur gegebener Besonderheiten (z.B. ungünstige Wasserverhältnisse) werden bei der Ermittlung der "Ackerzahlen" durch Zu- bzw. Abrechnungen berücksichtigt. Die Berechnung der Ackerzahlen ist im jeweiligen Schätzungsbuch dargestellt.

3.2 Grünlandschätzungsrahmen

Der Grünlandschätzungsrahmen (Tabelle 2) zeigt folgenden Aufbau:

a) Bodenart
Ähnlich wie beim Ackerschätzungsrahmen erfolgt die Hauptgliederung nach Bodenarten (erste vertikale Spalte), die jedoch bei der Bewertung des Grünlandes nicht so ausschlaggebend sind wie beim Acker, weshalb je zwei benachbarte mineralische Bodenartengruppen des Ackerschätzungsrahmens hier zu einer Gruppe zusammengefasst werden. Es sind daher als Bodenarten nur Sand = S, lehmiger Sand = lS, Lehm = L und Ton = T vorgesehen, ferner die Moore = Mo in einer gesonderten Gruppe.

b) Zustandsstufe
Für die Feststellung der Zustandsstufen (zweite vertikale Spalte), die den Zustandsstufen des Ackers entsprechen und im Grünland auf 4 (I bis IV) eingeengt wurden, gelten analog jene Maßstäbe, die bereits beim Ackerschätzungsrahmen beschrieben wurden. Eine Differenzierung der Böden nach geologischen Entstehungsarten wird bei der Grünlandschätzung außer Acht gelassen, da eine solche hier von untergeordneter Bedeutung ist.

Beispiele für Zustandsstufen an Hand von Bundesmusterstücken:
Gutentwickelte Böden werden den Zustandsstufen I und II zugeordnet, vernässte bzw. seichtkrumige Böden den Zustandsstufen III und IV. Bei tiefgründigen Lockersedimentbraunerden überwiegen daher die Zustandsstufen I und II , bei Braunlehmen und Felsbraunerden die Zustandsstufen II und III, bei Gleyen hingegen die Zustandsstufen III und IV.

BMSt 176 Rankweil (L I a 1) 82/79, kalkkaltige Lockersedimentbraunerde: Ap-A bis 40 cm, AB bis 70 cm, dann Ba.

BMSt 138 Jadorf L/Scho,T II b 2 54/51, umgelagerter Braunlehm: A bis 25/35 cm, ABrel bis 35/40 cm, BaD bis 60/80 cm, dann D.

BMSt 107 Mitterndorf T III c 3 26/22, entwässerter, kalkfreier Gley: Ag bis 15/20, Grorel bis 70/75, dann Gr.

BMSt 135 Weitenbach lS/Gz III d 2 26/23, Felsbraunerde: A bis 15/20 cm, Bv bis 40/45 cm, dann BC und C.

BMSt 129 Nampolach L IV b 4 18/6 Str, kalkhaltiger Nassgley: AG bis 5/10 cm, dann G-Horizonte.

c) Wasserverhältnisse - Wasserstufen
Die Wasserverhältnisse haben für das Grünland eine weitaus größere Bedeutung als für das Ackerland. Durch die Einordnung einer Grünlandfläche in eine der im Rahmen bezeichneten Wasserstufen 1 bis 5 (horizontale Gliederung) soll der nachhaltige Feuchtigkeitszustand des Bodens gekennzeichnet werden.
Bei der Beurteilung sind Grundwasser- und Niederschlagswasser, Geländeneigung, Exposition, Bodenaufbau (Bodenart, Bodentyp) zu berücksichtigen. Auch aus den pflanzensoziologischen Verhältnissen ergeben sich wichtige Hinweise.

Für die Bezeichnung der W a s s e r s t u f e n bei S c h ä t z u n g des G r ü n l a n d e s ist das folgende Schema maßgebend:

				— trockener Ast	—	3^-	—	4^-	—	5^-
1	—	2	—	— wechselfeuchter Ast	—	$3^{\pm}$, 3^{-+}	—	$4^{\pm}$, 4^{-+}		
				— feuchter Ast	—	3	—	4	—	5

<u>Bedeutung:</u>

1 = beste Wasserverhältnisse (Wv), 2 = gute Wv, 3 = feucht, $3^{\pm}$, 3^{-+} = räumlicher oder zeitlicher Wechsel von feucht und trocken, 3^- = trocken, 4 = sehr feucht, $4^{\pm}$, 4^{-+} = räumlicher oder zeitlicher Wechsel von sehr feucht und sehr trocken, 4^- = sehr trocken, 5 = sumpfig und 5^- = extrem trocken.

1 = beste Wasserverhältnisse; frische, gesunde Lage, sehr guter Bestand an Süßgräsern; mehrmähdige Wiesen, (z.B. meist Talwiesen mit idealen Grundwasserverhältnissen insbesondere in den westlichen Bundesländern).

2 = gute Wasserverhältnisse; guter Bestand an Süßgräsern, (z.B. Wiesen des Alpenvorlandes);

<u>Zeigerpflanzen für Wasserstufen 1 und 2:</u> <u>Gräser:</u> Glatthafer, Goldhafer, Knaulgras, Wiesenschwingel, Rotschwingel, Wiesenfuchsschwanz, Wiesenrispengras, Kammgras, Wiesenlieschgras od. Timothegras, Engl. u. Ital. Raygras;
<u>Kräuter:</u> Rotklee, Weißklee, Hornschotenklee u.a. Kleearten, Bärenklau, Kümmel, Frauenmantel, Spitzwegerich, Großer Sauerampfer, Wiesenglockenblume, Schafgarbe, Wiesenbocksbart, Zweijähriger Pippau, Wiesenstorchschnabel, Gemeiner Pastinak u a..

Ab Wasserstufe 3 sind die Verhältnisse entweder zu trocken (über 3 wird "Minus" gesetzt) oder zu feucht (keine besondere Bezeichnung). Wechselfeuchte Lagen der Wasserstufen 3 und 4 werden gesondert mit "Plus und Minus" /"Minus und Plus" gekennzeichnet.

3 = feuchte Lage mit geringerem Bestand an Süßgräsern, Auftreten von Sauergräsern, noch keine stauende Nässe, (z.B. Wiesen an Nordhängen des Wienerwaldes);
<u>Zeigerpflanzen für 3</u>: Engelwurz, Kuckucks-Lichtnelke, Kohldistel, Großer Wiesenknopf, Herbstzeitlose, Schlangenknöterich, Rasenschmiele, Trollblume, Pfeifengras (auch 4), Kriechhahnenfuß (auch 4), Großes Mädesüß (auch 4), Sumpfschachtelhalm (auch 4) u.a..

$3^{\pm}$ = wechselfeucht; Wechsel von trockenen und feuchten Stellen auf engem Raum bzw. wechselfeuchten Lagen mit Trockenheits- und Feuchtigkeitsanzeigern,(z.B. Wiesen der Flyschzone).

3^{-+} = wechselfeucht mit Überwiegen der trockenen Phase; "wechseltrockene Ausprägung"; <u>Zeigerpflanzen</u> der Wasserstufe 3 und 3^-.

3^- = trockene Lagen mit geschlossener Grasnarbe trockenheitsliebender Gräser und Kräuter, Neigung zum Ausbrennen in trockenen Jahren, (z.B. Wiesen an Südhängen);

<u>Zeigerpflanzen für Wasserstufe 3^-</u>: Aufrechte Trespe (auch 4^-), Fiederzwenke, Frühlingssegge, Feld-Thymian (auch 4^-), Wundklee, Bergklee, Wiesensalbei, Kartäuser- u. Delta-

nelke, Zaunlilie, Kleiner Wiesenknopf, Wetterdistel (auch 4^-), Drahtschmiele, Kleiner Sauerampfer.

4 = sehr feuchte Lagen mit beginnender stauender Nässe und überwiegendem Bestand an Sauergräsern, (z.B. nicht drainierte Wiesen in den Wannen des Mühl- und Waldviertels, Quellstellen, Kleinseggenanmoore);
Zeigerpflanzen für Wasserstufe 4: Kleinseggen, Sumpf-Dotterblume (auch 3), Wollgräser, Sumpfdistel (auch 3), Waldsimse, Binsen u.a..

$4^{\pm}$ = Wechsel von sehr feuchten und sehr trockenen Stellen auf engem Raum bzw. stark wechelfeuchte Lagen, (z.B. Übergangsmoore mit horstartigen Trockenpolstern).

4^{-+} = sehr wechselfeucht mit Überwiegen der trockenen Phase;
Zeigerpflanzen der WaSt 4 und 4^-.

4^- = sehr trockene Lagen mit horstartig aufgelockertem Bestand trockenheitsliebender Hartgräser und Kleearten; starke Neigung zum Ausbrennen, (z.B. steilere Hangwiesen mit Südexposition auf seichtgründigen Rendsinen);
Zeigerpflanzen für 4^-: Schafschwingel, Schillergras, Wiesenhafer, Federgras, Sonnenröschen, Zypressen-Wolfsmilch (auch 3^-), Nickendes Leimkraut (auch 3^-), Pechnelke, Katzenpfötchen, Mäuseklee, Dukatenröschen, Sichelklee u.a..

5 = sumpfige Lagen mit stauender Nässe und stark hervortretendem Bestand an Sauergräsern, (z.B. Schilfgürtel an Seen, Sphagnum- Hoch-(Übergangs-)moore);
Zeigerpflanzen für 5: Schilfrohr, Großseggen, Schwadengras, Fieberklee, Torfmoose (Sphagnum) u.a..

5^- = extrem trockene Lagen mit sehr lückigem Bestand an minderwertigen Trockenheitspflanzen; alljährliches Ausbrennen, (z.B. südexponierte Hutweiden in der Wachau);
Zeigerpflanzen für 5^-: div. Mauerpfefferarten sowie Zeigerpflanzen der WaSt 4^-.

Allgemeines zu Zeigerpflanzen

Durch die heute übliche intensive Bewirtschaftung des Grünlandes, insbesondere durch Düngung, Nutzung (früher Schnitt und Mehrfachschnitt) und Pflegemaßnahmen (Umbruch, Neueinsaat) ist die richtige Beurteilung der Wasserstufen aufgrund des Pflanzenbestandes und der Zeigerpflanzen allein nicht zielführend und würde auch häufig zu falschen Schlussfolgerungen führen.
Die intensiv genutzten Wiesen, auch Feuchtwiesen, verarmen hinsichtlich der für sie typischen Pflanzenarten. Oft dominieren auf derartigen Flächen die Arten, die dieser intensiven Nutzung gewachsen sind. Dazu zählen insbesondere: Knaulgras, Thimothe, Raygras, Gew. Löwenzahn;
Gülleflora bei Überdüngung: z.B. Wiesenkerbel, Bärenklau, Geißfuß, Stumpfblättriger u. Krauser Ampfer.
Für die richtige Beurteilung der Wasserstufe werden daher insbesondere die Bodenverhältnisse (wie Profilaufbau, Bodentyp), sowie die Lage des Standortes im Landschaftsraum einbezogen bzw. diese Flächen mit weniger intensiv genutzten Grünlandflächen in gleicher Lage verglichen.

Tabelle 2: Grünlandschätzungsrahmen

Grünlandschätzungsrahmen Überprüfung 2

Bodenart	Zustandsstufe	Klimastufe	Wasserverhältnisse 1	2	3	4	5
S	I	a	65-56	55-47	46-38	-	-
		b	57-49	48-40	39-31	-	-
		c	51-43	42-34	33-25	-	-
		d	-	36-28	27-20	-	-
	II	a	56-47	46-39	38-30	29-22	-
		b	49-41	40-33	32-26	25-18	-
		c	43-35	34-28	27-21	20-14	-
		d	-	30-24	23-17	16-10	-
	III	a	47-39	38-31	30-23	22-14	-
		b	41-34	33-26	25-20	19-13	-
		c	36-29	28-23	22-17	16-10	-
		d	-	26-20	19-14	13-7	-
	IV	a	38-31	30-23	22-17	16-10	9-7
		b	33-26	25-20	19-14	13-8	7-5
		c	28-23	22-17	16-11	10-7	6-5
		d	-	19-14	13-9	8-6	5
lS	I	a	75-65	64-55	54-45	-	-
		b	67-57	56-48	47-39	-	-
		c	58-50	49-41	40-32	-	-
		d	-	42-34	33-26	-	-
	II	a	65-56	55-47	46-38	37-28	-
		b	58-49	48-40	39-32	31-25	-
		c	51-43	42-35	34-27	26-19	-
		d		37-31	29-22	21-15	-
	III	a	56-48	47-39	38-30	29-20	-
		b	50-42	41-34	33-26	25-18	-
		c	43-36	35-29	28-23	22-16	-
		d	-	30-25	24-18	17-13	-
	IV	a	48-39	38-31	30-23	22-17	16-9
		b	41-34	33-26	25-20	19-14	13-7
		c	35-29	28-23	22-17	16-10	9-5
		d	-	24-19	18-13	12-8	7-5
L	I	a	85-75	74-64	63-53	-	-
		b	76-66	65-55	54-44	-	-
		c	66-56	55-46	45-34	-	-
		d	-	46-38	37-29	-	-
	II	a	75-65	64-54	53-44	43-33	-
		b	65-56	55-48	47-36	35-25	-
		c	57-50	49-40	39-31	30-20	-
		d	-	41-33	32-24	23-16	-
	III	a	63-55	54-46	45-35	34-26	-
		b	57-48	47-39	38-31	30-20	-
		c	49-42	41-35	34-25	24-16	-
		d	-	36-27	26-18	17-12	-
	IV	a	54-46	45-36	35-28	27-19	18-10
		b	48-41	40-32	31-24	23-15	14-9
		c	42-35	34-27	26-19	18-11	10-6
		d	-	28-22	21-14	13-8	7-5
T	I	a	78-68	67-59	58-48	-	-
		b	70-61	60-52	51-41	-	-
		c	62-54	53-44	43-35	-	-
		d	-	44-37	36-29	-	-
	II	a	67-58	57-50	49-41	40-32	-
		b	60-53	52-44	43-35	34-25	-
		c	53-46	45-37	36-27	26-18	-
		d	-	37-29	28-21	20-14	-
	III	a	57-49	48-41	40-32	31-23	-
		b	51-44	43-35	34-26	25-19	-
		c	43-36	35-28	27-21	20-14	-
		d	-	28-23	22-17	16-10	-
	IV	a	48-40	39-33	32-23	22-15	14-9
		b	42-35	34-26	25-20	19-14	13-9
		c	36-29	28-22	21-17	16-11	10-7
		d	-	25-19	18-12	11-8	7-5
Mo	I	a	50-43	42-35	34-27	-	-
		b	46-40	39-32	31-25	-	-
		c	43-38	37-30	29-23	-	-
		d	-	32-25	24-18	-	-
	II	a	45-38	37-31	30-24	23-16	-
		b	41-35	34-28	27-21	20-14	-
		c	37-33	32-26	25-18	17-12	-
		d	-	28-21	20-15	14-9	-
	III	a	38-31	30-25	24-18	17-12	11-7
		b	34-28	27-21	20-15	14-9	8-5
		c	30-24	23-18	17-13	12-8	7-5
		d	-	20-15	14-10	9-7	6-5
	IV	a	30-25	24-19	18-13	12-8	7-5
		b	27-22	21-16	15-11	10-7	6-5
		c	24-19	18-14	13-9	8-6	5
		d	-	16-12	11-9	8-6	5

Geländeneigung

Grad	A	AGr GrA	Gr
°	Abschläge in %		
4	4	-	-
6	6	4	-
8	8	5	4
10	10	7	5
12	12	9	6
14	14	10	8
16	16	13	9
18	19	15	10
20	21	17	12
22	24	19	14
24	27	21	16
26	30	24	18
28	34	26	20
30	37	29	22
32	41	32	24
34	44	35	26
36	48	38	29
38	52	42	32
40	56	45	35

Heutrocknung

Klimastufen		NS	
a in%	b in %	mm	Tage
0	0	700-	55-60
0	-1	801-	61-65
-1	-2	1001-	66-70
-2	-4	1201-	71-75
-4	-6	1401-	76-80
-6	-8	1601-	81-85
-8	-10	>1800	>85

Klimastufen		NS	
c in%	d in %	mm	Tage
-1	-2	700-	55-60
-2	-4	801-	61-65
-4	-6	1001-	66-70
-6	-8	1201-	71-75
-8	-10	1401-	76-80
-10	-12	1601-	81-85
-12	-14	>1800	>85

Klimastufen		NS	
e in%		mm	Tage
-4		700-	55-60
-6		801-	61-65
-8		1001-	66-70
-10		1201-	71-75
-12		1401-	76-80
-14		1601-	81-85
-16		>1800	>85

Abschläge in % für Waldschatten, -schaden

S	24 - 16
O/W	16 - 10
N	bis -10

Hochwald, Mittelwald durchschnittl. Mittelhöhe in m

guter	geringer
22-20	14-12

Breite der Sonderfläche in m

guter	geringer
30	20

Niederwald

Mittelhöhe in m
8-7

Breite der Sonderfläche in m
10

d) Klimastufe
Der Einfluss der Niederschläge auf das Wachstum der Vegetation wird bei der Grünlandschätzung bereits in den Wasserstufen berücksichtigt. Unter "Klima" werden im Grünlandschätzungsrahmen die Wärmeverhältnisse zum Ausdruck gebracht, wobei insgesamt 5 Klimastufen (a - e) vorgesehen und davon jedoch nur vier Stufen (a, b, c und d) im Rahmen ausgewiesen sind. Für die Klimastufe e wird die Einwertung um eine Zahlenspanne niedriger als in der Klimastufe d vorgenommen. Die Differenzierung nach guten, mittleren oder schlechten Klimastufen (z.B. b1, b2, b3) wird bei der Ableitung der Grünlandgrundzahlen beachtet.

e) Wertzahlen (Grünlandgrundzahl/Grünlandzahl)
Die Wertzahlen (Grünlandgrundzahlen) dieses Rahmens bewegen sich zwischen 5 und 85.
Die Grünlandgrundzahlen bringen die sich auf Grund der Beurteilung von Boden-, Klima- und Wasserverhältnisse ergebenden Ertragsunterschiede zum Ausdruck. Abweichungen auf Grund der Geländegestaltung sowie die Beurteilung anderer von der Natur gegebener Besonderheiten (z.B. Lokalklima, Nassstellen) werden bei der Ermittlung der so genannten Grünlandzahl durch Zu- bzw. Abrechnungen berücksichtigt. Die Berechnung der Grünlandzahlen ist im jeweiligen Schätzungsbuch dargestellt.

4 Musterstücke der Bodenschätzung

Um die Einheitlichkeit und Gleichmäßigkeit der Bewertung im Bundesgebiet zu sichern, sieht das Bodenschätzungsgesetz die Einschätzung und rechtsverbindliche Kundmachung von Vergleichsflächen, so genannten Musterstücken, vor.
Die erstmalige Einwertung von Musterstücken der Bodenschätzung nach dem österreichischen Bodenschätzungsgesetz erfolgte in den Jahren 1974 bis 1977 (GESSL, 1986). Bis 1997 erfolgte auf Basis dieser Musterstücke die Überprüfung der Erstschätzungsergebnisse, die aus dem Zeitraum 1947 bis 1973 stammten.

Nach umfangreichen Vorarbeiten wurde in den Jahren 1994 bis 1997 die gesetzlich vorgesehene Überprüfung der Bundesmusterstücke auf Basis der Klimaperiode 1961 bis 1990 vorgenommen (Abbildung 2). Nach Beratung im Bundesschätzungsbeirat erfolgte gemäß Bodenschätzungsgesetz die Kundmachung von 177 Musterstücke im Amtsblatt zur Wiener Zeitung am 4. Dezember 1997 (Abbildung 3). Weiters wurden in Ergänzung der Bundesmusterstücke 249 Landesmusterstücke überprüft bzw. neu eingewertet. Die erforderlichen physikalischen und chemischen Analysen wurden durch das Institut für Bodenwirtschaft des Bundesamtes und Forschungszentrums für Landwirtschaft in Wien durchgeführt.

Bei den Einwertungen der Musterstücke wurden die klimatischen Einflüsse, wie Niederschlagsverhältnisse, Wärmesumme, klimatische Wasserbilanz, auf die Ertragsfähigkeit – insbesondere bei der Ackerschätzung - gegenüber der Vorperiode wesentlich stärker berücksichtigt. Grundsätzlich wurde jedoch auf eine weit gehende Kontinuität in der Bodenansprache sowohl bei der Ackerschätzung als auch bei der Grünlandschätzung geachtet.
Die überprüften Musterstücke bilden nunmehr die Rechtsgrundlage für die laufende Überprüfungsperiode.

Überprüfung gem. § 2 BodenschätzungsG
Bundesmusterstück
lfd. Nummer 6
1. Teilkundmachung
Datum d. Kundm.: 04. Dez. 97
interne. lfd. Nummer: 29
Nr. d. Erstkundmachung.: B 2

Finanzlandesdirektion für: **Wien**
Finanzamt: **Bruck an der Leitha**
Gerichtsbezirk: **Bruck an der Leitha**
Ortsgemeinde: **Rohrau**
Vergleichsgebiet: **809 Wiener Boden**

Katastralgemeinde: **Pachfurth**
KG - NR (VA): **5014**
Grundstücks - Nr: **483**
Mappenblatt: **7933-61**
Tag d. Besichtigung: **17.05.1995**

Seehöhe(m): **155**
Exposition: **eben**
Relief: **flache Muldenlage**
Lage: **stark windoffen**

Regionalklima

Temperatur °C	Temperatur > 5°C	Niederschlag	
14 Uhr IV - VIII: 20,9		Jahr (mm): 560	Jahreswärmesumme: 3801
Jahr: 9,9	Zahl d.Tage: 253	IV - VIII (mm): 287	Klimastufe(WS): a2
Winter XII - II: -0,2		IV - VIII (%): 51,3	K - Index: 109
Klimastufe(Temp): a2		NS-Tage IV - IX: 45	Tr - Index IV - IX: 30

Lokalklima

	Bergschatten
Frosttage IV - IX: 2	
Schneedecke Tage: 34	OSekt:
Nebeltage IV - IX:	WSekt:
Wind m/sec.: 3,5	
Sturmtage:	BgSch:

Horizonte: Symbol	Mächtigkeit	Humus	Boden - art	Grobanteil	Kar- bo- nat	Lager- ung	Konsis - tenz	Struktur	Hohl - räume	Bodenfarbe N: M:	Sonstige Merkmale (z.B. Flecken, Konkretionen, Durchwurzelung, Übergänge)	Korngrößen-verhältnis S	Z	T	Tex- tur Δ	Ö- Nor	pH
Ap	0-30	+h	z'fsL		ka	norm	pl kl	krü-blokg	grpor	10YR 3/2 10YR 4/2	+durchw, a überg	11	64	25	L	lU/ uL	7,6
A1	30-45	+h	z-+zfsL		ka	norm	pl kl	undeu blokg	mpor	10YR 3/1 10YR 4/2	+durchw, a überg	9	66	25	L	lU/ uL	7,6
A2	45-75	+h	+zL		+ka	norm	+pl kl	blokg	+mpor	10YR 3/1 10YR 4/1	durchw, a überg	9	63	28	L	uL	7,6
AC	75-105	h	zL		+ka	norm	+pl kl	kör	+mpor	10YR 4/2 10YR 6/3	durchw, a überg	11	58	31	L	uL	7,9
Cg	105-		+zfsL		+ka	norm	pl kl	krü	+mpor	10YR 6/4 10YR 6/4	Durchw ausl, a überg undeu gleyfl	13	68	19	sL	lU	8,1

Bodentyp: **Tschernosem, schwach vergleyt**
Ausgangsmaterial: **Löß, Kolluvium**
Gründigkeit: **tief**

Wasserverhältnisse des Standortes: **sehr gut versorgt - unterzügig**
Bearbeitbarkeit: **sehr gut**
Erosion: **leichte Akkumulation**

Kulturart: **A**
Klasse: **L 1 LöAl**
Boden - bzw. Grünland - Grundzahl: **100**

Besonderheiten	± %
Klima	-4
Klimatische Wasserbilanz	-8
Wind 3	-3
Wasser günstig	15

Acker -bzw. Grünland - Zahl: **100**

Abbildung 2: Bundesmusterstück 6

Zusammenstellung der Bundesmusterstücke

Lfd. Nr.	Finanzamtsbezirk Gerichtsbezirk	Ortsgemeinde Katastralgemeinde	Grundstücksnummer	Landwirtschaftliches Vergleichsgebiet	Seehöhe in m	Regionalklima: Jahresmitteltemperatur in °C	Regionalklima: 14-Uhr-Temperatur April bis August in °C	Regionalklima: Wärmesumme in °C	Regionalklima: Klimastufe nach Temperatur und Wärmesumme	Regionalklima: Klimatische Wasserbilanz (K- und T-Wert)	Regionalklima: Jahresniederschlag in mm	Kulturart	Klasse	Boden- bzw. Grünlandgrundzahl	Einflüsse auf die Ertragsfähigkeit: Abweichungen bzw. Besonderheiten	Einflüsse auf die Ertragsfähigkeit: +/-%	Acker- bzw. Grünlandzahl	Bemerkungen (Bodentyp / Ausgangsmaterial / Relief u.a.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
I. Im Bereich der Finanzlandesdirektion für Wien, Niederösterreich und Burgenland																		
1	Amstetten, Amstetten	Ardagger, Stefanshart	2014	610	230	8.6	19.4	3282	a2 / a2	61 / 4	800	A	sL 1 Al	92	Klima Klimatische Wasserbilanz Nebel Frost 2 Überschwemmung	+6 +2 -1 -2 -30	69	Brauner Auboden, kalkhaltig / Talboden
2	Amstetten, Haag	Haag, Radhof	664/1	610	370	8.3	18.9	3100	a3 / a3	59 / 3	855	A	sL/LT 4 D	54	Gelände S 4° Klima (sL/LT)	-4 ±0	52	Hangpseudogley / Schlier
3	Amstetten, Waidhofen an der Ybbs	Waidhofen an der Ybbs, St. Leonhard am Walde	1047/4	206	600	7.6	17.7	2711	b2 / b3	39 / 0	1120	Gr	L,Schu III b 3±	28	Gelände NNO 24-28° Heutrocknung Exposition NNO buckelig,wellig, Rutsch. Viehtritt Weg	-18 -3 -8 -4 -2 -2	18	Braunerde, schwach hangwasservergleyt, kalkfrei / Flyschsandstein
4	Baden, Baden	Heiligenkreuz, Siegenfeld	188	208	362	8.8	19.5	3403	a2 / a2	90 / 13	682	A	LT 4 Dg	51	Gelände S 2-4° Klima Grobsteine	±0 +2 -2	51	Braunlehm, umgelagert, schwach pseudovergleyt
5	Bruck an der Leitha, Bruck an der Leitha	Bruck an der Leitha, Bruck an der Leitha	4220	809	152	9.9	21.0	3810	a2 / a2	108 / 28	570	A	L/T 1 Al	94	Klima (LT) Klimatische Wasserbilanz Frost 1 Wasser günstig Überschwemmung	-5 -6 -1 +11 -2	91	Feuchtschwarzerde (aus Augley), kalkhaltig / Talboden
6	Bruck an der Leitha, Bruck an der Leitha	Rohrau, Pachfurth	483	809	155	9.9	20.9	3801	a2 / a2	109 / 30	560	A	L 1 LöAl	100	Klima Klimatische Wasserbilanz Wind 3 Wasser günstig	-4 -8 -3 +15	100	Tschernosem, schwach vergleyt / flache Muldenlage
7	Bruck an der Leitha, Bruck an der Leitha	Trautmannsdorf a. d. Leitha, Stixneusiedl	2023	809	200	9.6	20.5	3700	a2 / a2	107 / 28	580	A	L 3 LöD	73	Gelände N 6° Klima Klimatische Wasserbilanz	-6 -2 -6	63	Lockersedimentbraunerde, kalkhaltig
8	Gänserndorf, Gänserndorf	Velm-Götzendorf, Götzendorf	2005	807	208	9.4	20.4	3511	a2 / a2	111 / 30	549	A	L 2 Lö	83	Klima Klimatische Wasserbilanz Wind 3	-4 -10 -3	69	Tschernosem
9	Gänserndorf, Gänserndorf	Lassee, Lassee	1676/1	808	145	9.6	20.5	3577	a2 / a2	112 / 31	549	A	sL 1 LöAl	84	Klima Klimatische Wasserbilanz Wind 3 Wasser günstig	-5 -10 -5 +10	76	Tschernosem, schwach vergleyt / lößartige Feinsedimentdecke

Abbildung 3: Zusammenstellung der Bundesmusterstücke (Ausschnitt aus 1. Teilkundmachung)

5 Technische Durchführung und Vorgangsweise bei der katastralgemeindeweisen Schätzung

Die derzeitige Tätigkeit der Bodenschätzung konzentriert sich hauptsächlich auf die laufende Aktualisierung der Schätzungsergebnisse durch die Vornahme von Überprüfungsschätzungen. Die Überprüfungsverfahren zeigen, dass eine Aktualisierung der Schätzungsergebnisse nach mehreren Jahrzehnten erforderlich ist, da sich die Böden insbesondere durch den menschlichen Einfluss, wie Meliorierungen (z.B. Drainagierung), Flussregulierungen aber auch durch jahrzehntelange maschinelle Bewirtschaftung in ihren Eigenschaften und in ihrer Ertragsfähigkeit verändert haben.
Meist sind diese Überprüfungsschätzungen eine Kombination aus Neuschätzungen von Teilbereichen und Revision der bisherigen Schätzungsergebnisse unter Berücksichtigung der aktuellen Klimaperiode.
Bei Neuschätzungen werden die Bodenverhältnisse einer Katastralgemeinde oder eines Riedes neu aufgenommen. Zur Darstellung der typischen örtlichen Bodenverhältnisse sowie als lokale Bewertungsstützpunkte werden so genannte "Vergleichsstücke" ausgewählt und aufgegraben. Diese Vergleichsbodenflächen werden bodenkundlich genau beschrieben und unter Zugrundelegung der rechtsverbindlichen Musterstückseinwertungen eingeschätzt.
Mit der technischen Durchführung der Bodenschätzung ist der Schätzungsausschuss betraut. Diesem gehören der Vorstand des örtlich zuständigen Finanzamtes als Leiter, der Bodenschätzer als Vertreter des Leiters für die technische Durchführung der Schätzung, ein Vermessungstechniker und zwei bis drei Hilfskräfte an.
Die Probenahme mittels Erdbohrer erfolgt den Boden- und Geländeverhältnissen angepasst entweder im Rastersystem (z.B. bei ebenen oder flachwelligen Ackerlagen im Raster 40m – 60m) oder grundstücksweise (insbesondere in steileren Grünlandgebieten). Zur genauen Orientierung im Gelände und zur Sicherung der lagemäßige Genauigkeit der Probenahmen und Erfassung der Bodenverhältnisse werden vom Vermessungstechniker so genannte Begangslinien ausgesteckt. Die Abstände, in denen Bohrungen zur Bodenprobenentnahme vorgenommen werden, richten sich nach den gegebenen Bodenverhältnisse und morphologischen Verhältnissen. Bei stark wechselnden Böden ist in der Regel ein Abstand von 40m notwendig, bei gleichmäßigen Bodenverhältnissen wird der Abstand entsprechend größer gewählt. Die Bohrstiche werden an Ort und Stelle eingewertet und die Ergebnisse in die Feldschätzungskarte (Kopie der Katastralmappe oder Kopie der bisherigen Schätzungsreinkarte) eingetragen. Verhältnisse, die die Ertragsfähigkeit einer Bodenfläche nur vorübergehend berühren, sind nicht zu berücksichtigen.
Nach Feststellung der Kulturart (vgl. Anhang) werden zusammenhängende Bodenflächen einheitlicher Ertragsfähigkeit ohne Rücksichtnahme auf die Eigentumsverhältnisse in Klassen zusammengefasst. Zusammenhängende Flächen derselben Klasse bilden eine Klassenfläche.
Die Klassenflächen werden fortlaufend in der Schätzungskarte und im Schätzungsbuch nummeriert. Innerhalb einer Klassenfläche kann der Boden unterschiedliche Wertzahlen (Boden bzw. Grünlandgrundzahlen) aufweisen, ohne dass diese Wertunterschiede eine Abänderung der Klassenbezeichnung erfordern. Bestehen jedoch innerhalb einer Klassenfläche wesentliche Wertunterschiede für größere zusammenhängende Bodenflächen, so wird eine solche Klassenfläche in Klassenabschnitte zerlegt. Die Klassenabschnitte einer Klassenfläche haben zwar die gleiche Klassenbezeichnung, jedoch verschiedene Bodenzahlen bzw. Grünlandgrundzahlen.

Werden innerhalb einer Klassenfläche oder eines Klassenabschnittes wesentliche Unterschiede bei den Besonderheiten festgestellt (z.B. Geländegestaltung, Überschwemmungsgefährdung, Waldschatten u.a.), werden diese Flächen als so genannte "Sonderflächen" ausgeschieden. Der Einfluss von Besonderheiten wird in der Ackerzahl bzw. Grünlandzahl erfasst. Sonderflächen einer Klassenfläche oder eines Klassenabschnittes unterscheiden sich daher nur in der Acker- oder Grünlandzahl von der Klassen(abschnitts)fläche.

5.1 Schätzungsbuch

Ein für die Klassenfläche charakteristischer Bohrstich (auch als "Grabloch" bezeichnet) wird im Schätzungsbuch (Abbildung 4) bodenkundlich beschrieben. Folgende Parameter und Merkmale werden erfasst: Bodentyp (grundsätzlich nach der Österreichischen Bodensystematik (FINK, 1969), Horizontabfolge, Mächtigkeit der Horizonte (0-20 cm), Bodenmerkmale: Humus, Bodenart, Grobanteile, Kalkgehalt, Durchwurzelung und auch sonstige Merkmale (z.B. Konkretionen, Flecken, Vergleyung, Durchwurzelung, Horizontbegrenzung usw.).
Des Weiteren ist auch die Einwertung der Klassenfläche genau dargestellt:
Kulturart- Klassenbezeichnung- Wertzahlen (Zu-/Abrechnungen für Gelände, Klima, Besonderheiten). Die Boden- bzw. Grünlandgrundzahl einer Klassenfläche wird auf Grund eines "gewogenen Mittels" der innerhalb der Klassenfläche vorkommenden Wertzahlen festgelegt. Den gegebenen Geländeverhältnissen, den klimatischen Verhältnissen und Wasserverhältnissen wird in Form von Zu- und Abrechnungen in Prozenten von der Boden- bzw. Grünlandgrundzahl Rechnung getragen. Besonderheiten, die dauernde Ertragsminderungen innerhalb einer Klassenfläche bedingen, werden angeführt und durch Abrechnungen in Prozent von der Boden- bzw. Gründlandgrundzahl berücksichtigt. Als Ergebnis dieser Rechenoperationen ergibt sich die Acker- bzw. Grünlandzahl.

Bei den Kulturarten Grünland-Hutweide, Grünland- Streuwiese und Grünland-Bergmahd wird die Grünlandzahl nicht rechnerisch abgeleitet, sondern je nach Ertragsfähigkeit des Standortes im Verhältnis zu den Hutweide-Musterstücken vom Bodenschätzer festgesetzt.
Bergmähder werden nur dann geschätzt, wenn sie in der Grundstücksdatenbank unter der Benützungsart "Landwirtschaftlich genutzt" ausgewiesen sind, ansonsten zählen sie zur Benützungsart "Alpen", die nicht der Bodenschätzung unterzogen wird.
Zur Kennzeichnung der Kulturarten GrW, GrHu, GrStr und GrBgm werden die Symbole W, Str, Hu und Bgm der Grünlandzahl angefügt; weitere Zusätze sind: e = einschnittige Wiese LH = Laubholz, NH = Nadelholz, LNH= Laub-/Nadelholz und Geb= Gebüsch.
Zur Kennzeichnung von Wechselland (AGr und GrA) wird die Klassenflächenbezeichnung in Klammer gesetzt (Abkürzungen vgl. Anhang).
Mehrere Sonderflächen innerhalb einer Klassenfläche werden mit Kleinbuchstaben - mit a beginnend - alphabetisch fortlaufend gekennzeichnet. Die Geländeneigungen werden durch Pfeile in der Fallrichtung mit beigefügter Angabe der Neigung in Graden in den Schätzungskarten ersichtlich gemacht.

Schätzungsbuch Überprüfung ~~Nachschätzung~~

Kat. Gemeinde Pysdorf MBl. 5/6, 2/4

Tag der Schätzung 7.6.1993

Profil Nr.	Horizont		Bodengefüge	Bodentyp	Bezugs-BMSt LMSt VSt	Kulturart	Klasse	Boden- bzw. Grünlandgrundzahl		Abweichungen bzw. Besonderheiten		Acker- bzw. Grünlandzahl	Hinweise und Erläuterungen
	Symbol	Mächtigkeit						Grabloch	Klasse		±%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
20	Ap C	0-30 30-	h fszL ka lzFs ka	KU	BMSt 10	A	SL 4 Lö	49	48	Gel. Kli. Wi	0 -3 -5	44	
21			wie VSt 3	entw' TS/S	3	A	SL/S 4 D	34	34	Gel. Kli. Wi	0 -8 -3	30	
Sfa									34	Gel. Kli. Wld 0	0 -8 -16	26	
22			wie VSt 2	TS	2	A	sL/lS 2 Lö/D	71	71	Gel. Kli. Wi	0 -1 -4	67	
23	Ap A AC C	0-30 30-40 40-45 45-	h fszL ka h fszL ka h'-h" fszL ka fszL ka	TS	2	A	sL 3 Lö	68	67	Gel. Kli. Wi	0 -1 -4	64	

Seite 7

Bo 11 FLD f. Wien, NÖ u. Bgld. — 12/96 (Unveränd. Nachdr.) — ÖSD 621436 dfp/r

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier — Ein Beitrag zum Umweltschutz!

Abbildung 4: Schätzungsbuch

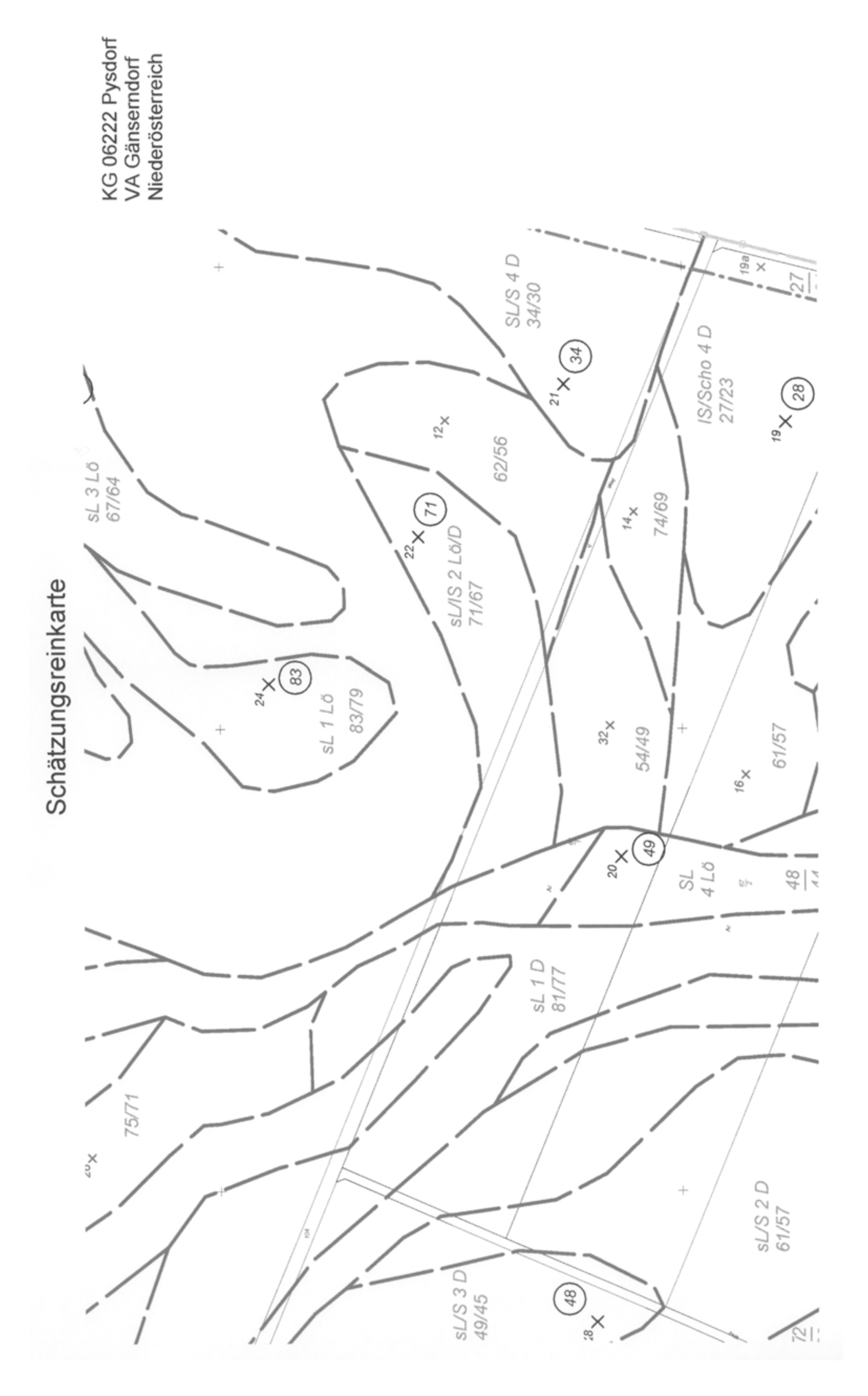


Abbildung 5: Schätzungsreinkarte – Ackerschätzung

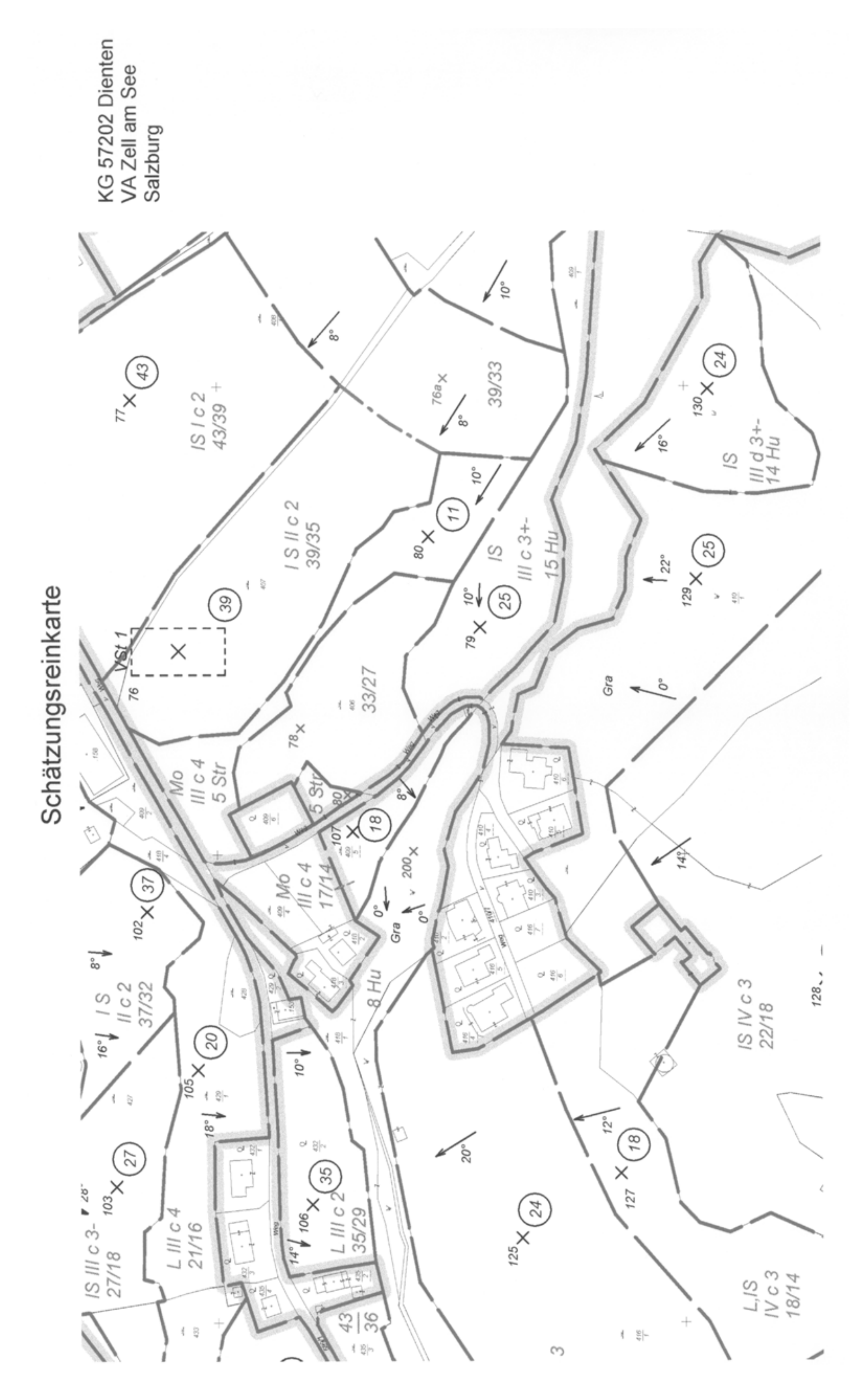


Abbildung 6: Schätzungsreinkarte - Grünlandschätzung

5.2 Schätzungskarte –Schätzungsreinkarte

Seit dem Jahr 1999 werden die Schätzungskarten von den Vermessungsbehörden grundsätzlich digital angelegt. Im Rahmen der Anlegung der Digitalen Bodenschätzungsergebnisse (DBE) werden die grafischen Daten der Feldschätzungskarten durch die Vermessungsämter bzw. das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen digital erfasst und mit den entsprechenden digital erfassten thematischen Informationen der Schätzungsbücher in einem Geographischen Informationssystem (GIS) verknüpft (GROHSNEGGER & GEYRHOFER, 1998; BEV, 2000).
Nur mehr im Ausnahmefall werden die Schätzungskarten noch analog gezeichnet.
Die Schätzungsreinkarte (Abbildungen 5 - Ackerschätzung und 6 - Grünlandschätzung) entsteht bei analoger Anlegung durch die gemeinsame Ablichtung der Schätzungskarte mit der dazugehörigen Mutterpause - der Katastralmappe, bei digitaler Anlegung durch Ausplottung der Schätzungsreinkarte im Maßstab 1:2000 (Digitale Katastralmappe (DKM) und Digitale Bodenschätzungsergebnisse (DBE)).

5.3 Gemeindebeschreibung

In der vom Bodenschätzer anzulegenden Gemeindebeschreibung werden die Schätzungsergebnisse der jeweiligen Katastralgemeinde statistisch ausgewertet und Gegebenheiten, die für die Beurteilung der natürlichen und wirtschaftlichen Ertragsbedingungen von wesentlicher Bedeutung sind, beschrieben. Die Vergleichsstücks- und Musterstücksblätter sowie das Klimadatenblatt sind ebenfalls in der Gemeindebeschreibung enthalten.

6 Darstellung der Bodenschätzungsergebnisse

Für etwa 60 % der landwirtschaftlichen Flächen sind Schätzungen (Überprüfungsschätzungen) aus der Zeit nach dem Jahr 1974 vorhanden. Die restlichen 40 % sind noch Erstschätzungsergebnisse aus den 50-iger und 60-iger Jahren.
Bei der Nutzung von Bodenschätzungsergebnissen ist daher zu beachten, dass Schätzungsergebnisse den Bodenzustand zum Aufnahmezeitpunkt widerspiegeln, der zum aktuellen Stand insbesondere bei grundwasserbeeinflussten Böden abweichen kann. So kann beispielsweise eine als Streuwiese geschätzte Fläche auf Grund einer Flussregulierung aktuell als intensive Wiese bzw. als Acker genutzt werden.
Auch gibt es einige Unterschiede in der Bodenansprache zwischen Erstschätzung und Überprüfungsschätzungen, beispielsweise ist der Unterboden in frühen Erstschätzungsergebnissen vielfach nicht gesondert in der Bodenformel angeführt, sondern in der durchschnittlichen Bodenart berücksichtigt. Sofern sich der Unterboden in seiner Genese und/oder im Aufbau wesentlich vom Oberboden unterscheidet und dies auf die Wertzahlenfindung entsprechenden Einfluss hat, wird er bei den Überprüfungsschätzungen in der Bodenformel angeführt.

Beispiele:

Erstschätzung	Überprüfungen (ab 1974)
Sl 5 V, Sl 4 V	lS/Gz 5 V, lS/Gz 4 V
lS 4 D, SL 4 D	sL/Scho 4 D oder L/Scho 4 D u.a.

7 Steuerliche Anwendung

Die Ergebnisse der Bodenschätzung sind die wesentlichste Grundlage für die Ermittlung der landwirtschaftlichen Einheitswerte. Die Bodenschätzungsergebnisse sind ein gesonderter Feststellungsbescheid. Durch die Vermessungsbehörden erfolgt die Auswertung der Ertragsmesszahlen (EMZ) für jedes landwirtschaftliche Grundstück und die Übernahme der EMZ in die Grundstücksdatenbank. Die Ertragsmesszahl ist das Produkt der Fläche in Ar mit der jeweiligen Acker- oder Grünlandzahl. Für die Feststellung des landwirtschaftlichen Einheitswertes wird für die landwirtschaftlichen Betriebe die so genannte Bodenklimazahl ermittelt. Sie wird aus der Summe aller EMZ des Betriebes dividiert durch die geschätzte Fläche des Betriebes errechnet und gibt das Verhältnis der natürlichen Ertragsfähigkeit dieser Fläche zur ertragsfähigsten Bodenfläche des Bundesgebietes mit der Wertzahl 100 an (PEHAMBERGER, 1998).

8 Nichtsteuerliche Anwendungen

Da die Bodenschätzungsergebnisse neben den steuerlich relevanten Daten eine Vielzahl von bodenkundlichen grundstücksscharfen Informationen im Katastermaßstab enthalten, werden sie zunehmend auch für nichtsteuerliche Zwecke genutzt, wie beispielsweise

- für Zwecke der Bodenreform in Agrarverfahren (QUENDLER, 1996), z.B. Bodenbonitierungen, Flurplanungen,
- für Zwecke der örtlichen Raumordnung, z.B. Abgrenzung wertvoller landwirtschaftlicher Flächen (landwirtschaftliche Vorrangflächen),
- für Zwecke des Umweltschutzes, z.B. Umweltverträglichkeitsprüfungen,
- für Zwecke des Boden- und Grundwasserschutzes, z.B. Dünge- und Bewirtschaftungsauflagen, Klärschlammausbringung, Wasserschutz- und –schongebiete (AMT d. STEIERM. LANDESREGIERUNG, 1996)
- bei Entschädigungsfragen und Grundstücksablösen,
- für Förderungszwecke, z.B. Neuer Berghöfekataster, ÖPUL-Programme,
- für die standortsangepasste Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Nutzflächen und
- für wissenschaftliche Projekte.

Die Bodenschätzungsergebnisse dienen bei diesen Anwendungen vielfach als Basisinformation, die je nach Anwendung interpretiert oder modifiziert wird (NESTROY, 1997).
Einige Auswertungsbeispiele sind im Folgenden (Abbildungen 7 – Bodenarten, 8 – Ackerzustandsstufen, 9- Bodenzahl, 10 - Grünlandzahl, 11- Wasserverhältnisse (-stufen), 12 – Bodentyp) dargestellt.

9 Ausblick

Durch die flächendeckende digitale Erfassung der Schätzungskarten, die in den nächsten Jahren erfolgen wird, sowie die Verknüpfungsmöglichkeit mit anderen Datenbeständen werden künftighin vielfältige und gezielte Auswertungen und Nutzungen der Bodenschätzungsergebnisse möglich sein, wie dies bereits im Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS) verwirklicht wurde (ERDMANN & MÜLLER, 2000; SELLGE, 1993). Auch sollte die wissenschaftliche Forschung hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten von Bodenschätzungsergebnissen intensiviert werden.
Es ist zu hoffen, dass diese wertvollen Datenbestände der Bodenschätzung zu einem sorgsameren Umgang mit der nicht vermehrbaren und unverzichtbaren Ressource "Grund und Boden" beitragen werden.

10 Danksagung

Der Autor dankt den Mitarbeitern der Abteilung V5 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen für die Erstellung der Karten und den Mitarbeiterinnen des Umweltbundesamtes insbesonders Frau Lisa Lössl und Frau DI Alexandra Freudenschuß für die Unterstützung bei der Gestaltung sowie die Layoutierungsarbeiten und Frau DI Sigrid Schwarz für die wertvollen Anregungen.

Auswertung - Bodenart (Acker)



VA Gänserndorf
Niederösterreich



Auswertung Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

Abbildung 7: Auswertung - Bodenarten

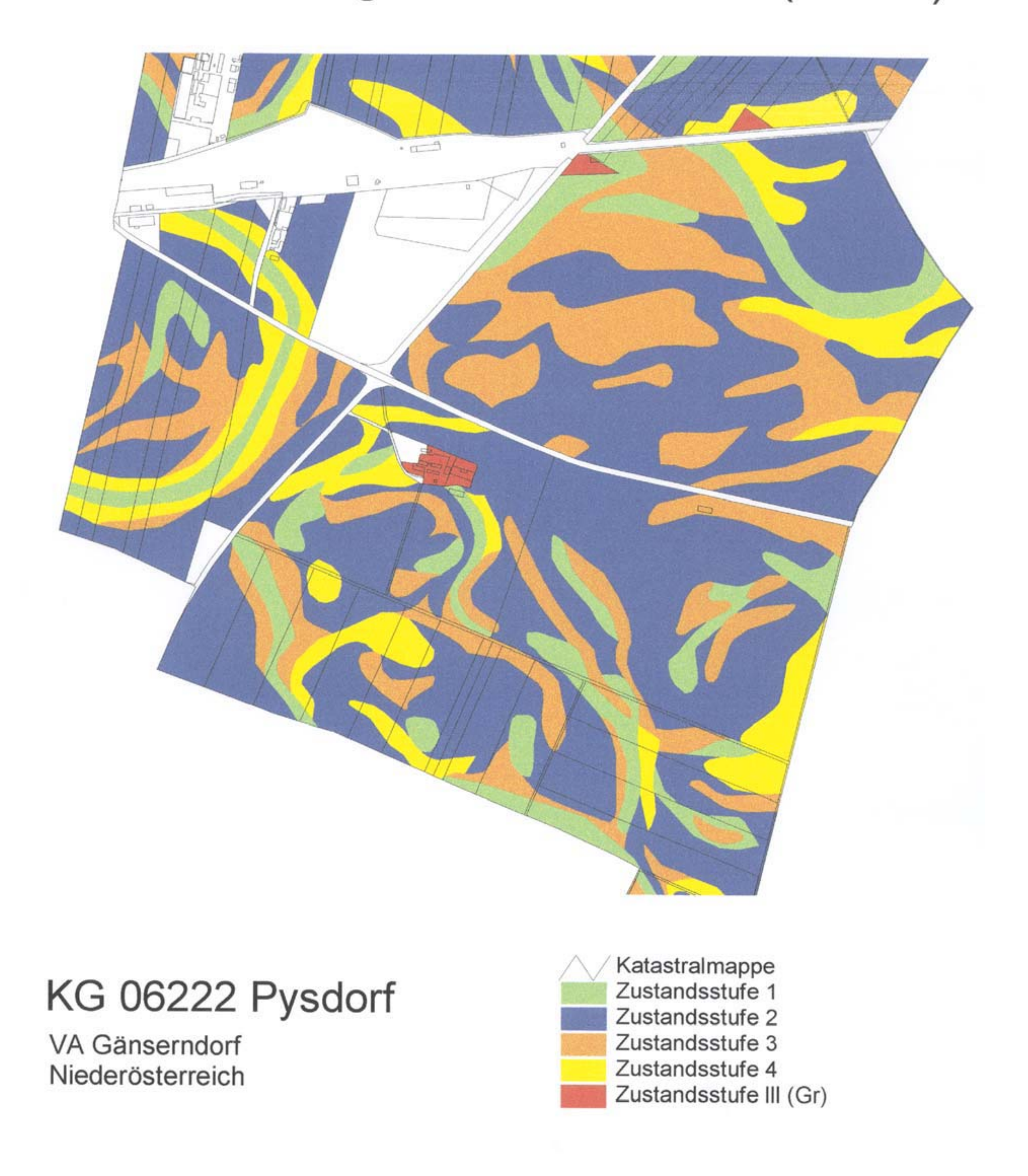


Abbildung 8: Auswertung - Zustandsstufen

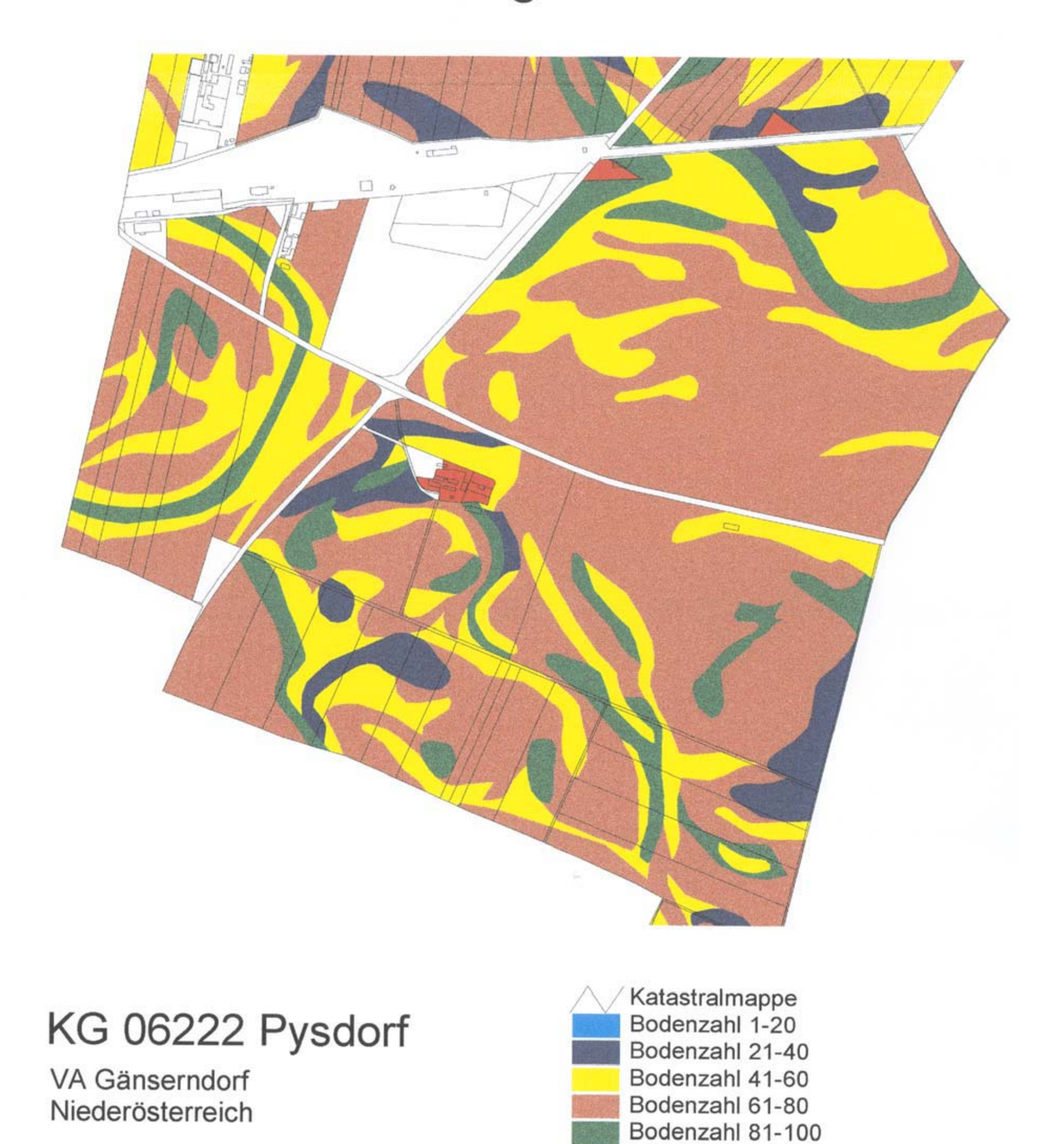


Abbildung 9: Auswertung - Bodenzahl

Auswertung - Grünlandzahl



KG 57202 Dienten

VA Zell am See
Salzburg

Auswertung Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

Abbildung 10: Auswertung - Grünlandzahl

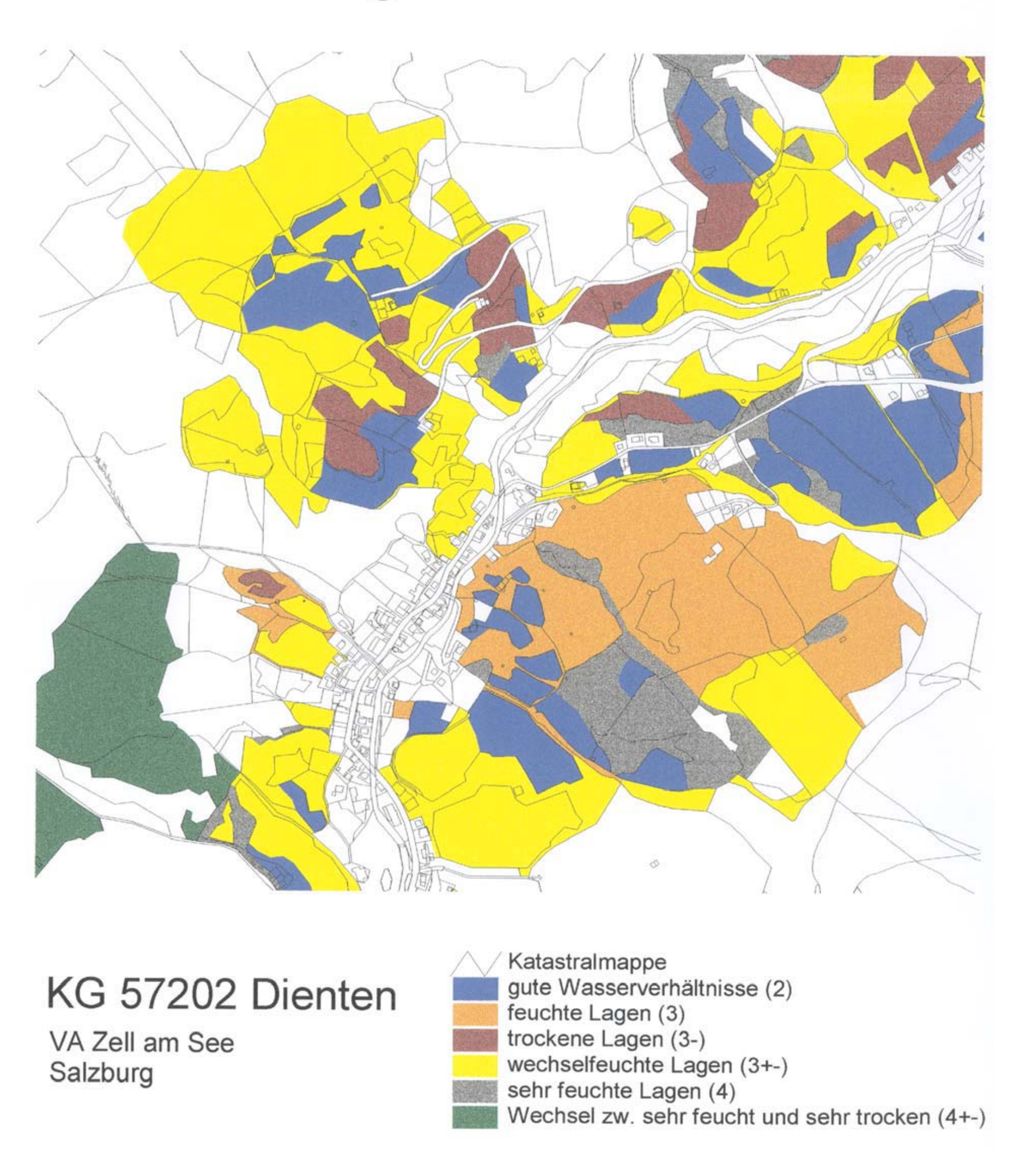


Abbildung 11: Auswertung - Wasserverhältnisse

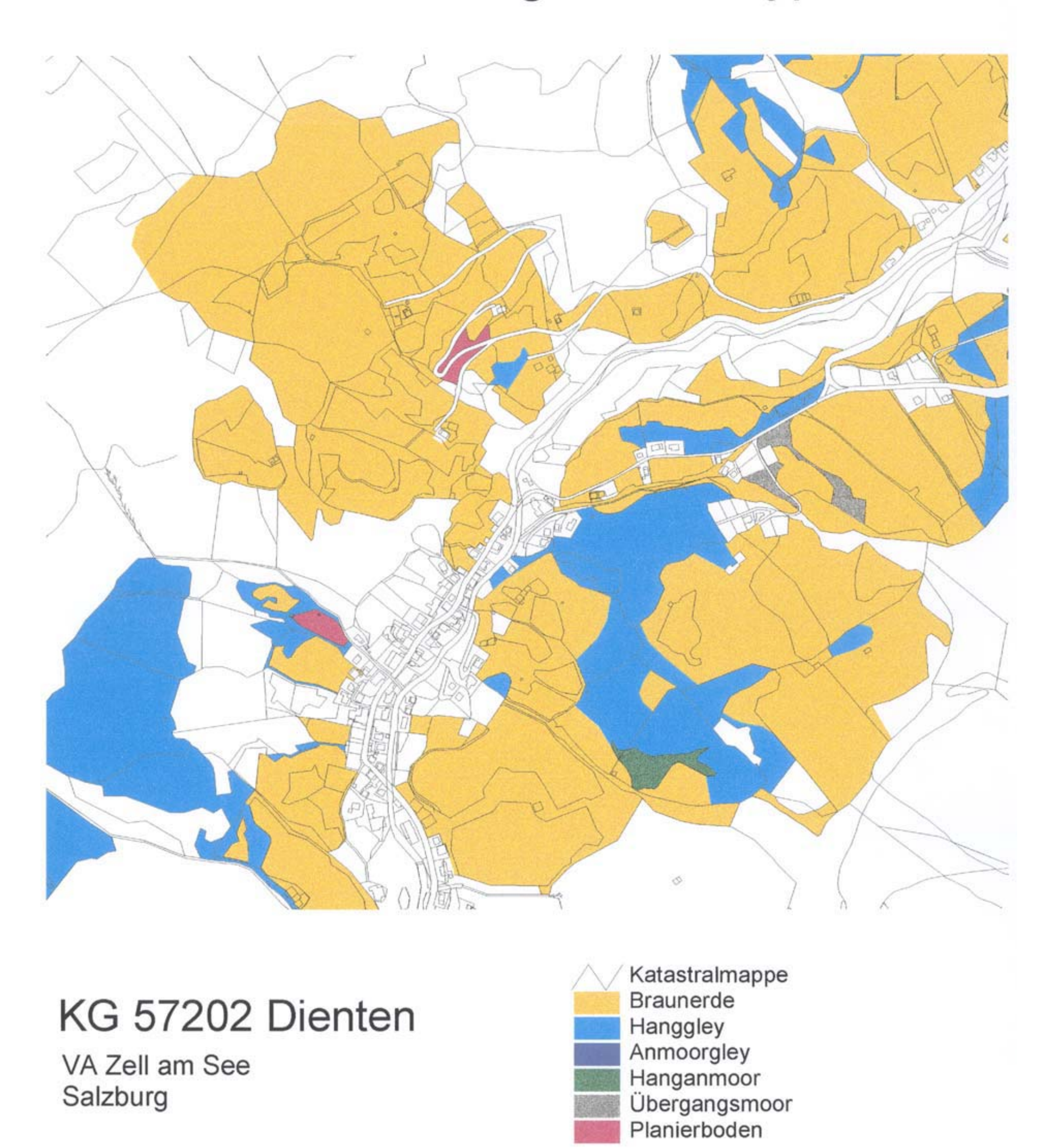


Abbildung 12: Auswertung – Bodentyp

11 Literatur

AMT d. STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (1996): Die Schongebietsnovelle 1996. Informationsbroschüre.

AMTSBLATT ZUR WIENER ZEITUNG vom 4. Dezember 1997: *Kundmachungen der Ergebnisse der Schätzung von Bundesmusterstücken (1. Teilkundmachung)*.

AMTSBLATT ZUR WIENER ZEITUNG vom 17./18. Dezember 1999: *Kundmachung der Ergebnisse der Schätzung von Landesmusterstücken (2. Teilkundmachung)*.

AMTSBLATT ZUR WIENER ZEITUNG vom 19. Dezember 2000: *Kundmachung der Ergebnisse der Schätzung von Landesmusterstücken (3. Teilkundmachung)*.

BUNDESAMT FÜR EICH – UND VERMESSUNGSWESEN (BEV) (2000): *Projekt Digitale Bodenschätzungsergebnisse*, Wien.

BUNDESGESETZBLATT Nr. 233/1970: *Bundesgesetz vom 9. Juli 1970 über die Schätzung der landwirtschaftlichen Kulturbodens, BGBl. Nr. 233*.

BUNDESMINSTERIUM FÜR FINANZEN (1998): *Dienstanweisung für die Bodenschätzung*, Erlass.

EMMERICH, K.H., HARRACH T., und KEIL, B. (1998): *Nutzung der Bodenschätzung zur Bewertung von Bodenfunktionen und für Bodenschutzplanungen.* Exkursionführer, Frankfurt am Main.

ERDMANN, K. und MÜLLER U. (2000): *Leitfaden zur Berücksichtigung von Bodeninformationen im Rahmen der Agrarstrukturplanung in Niedersachsen (Nutzung der Daten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS)*, Hannover.

FINK, J. (1969): *Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs*. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 13.; Wien.

GESSL, A. (1986): *Österreichische Bodenschätzung*. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 32, Wien.

GROHSNEGGER, V. und GEYRHOFER, M. (1998): *Digitale Bodenschätzungsergebnisse.* Eich- u. Vermessungsmagazin EVM, Nr. 91, Wien.

HARLFINGER, O. und KNEES G. (1999): *Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung*, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.

NESTROY, O. (1997): *Die Zukunft der Feldbodenkunde in Österreich*, Der Förderungsdienst, H. 2, Wien.

PEHAMBERGER, A. (1998): *50 Jahre Österreichische Bodenschätzung*. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 56, Wien.

QUENDLER, T. (HRSG.) (1996): *Bodenbewertung und Erosionsschutz in Kommassierungsverfahren*. Österreichisches Institut für Raumplanung, Wien.

SELLGE und Mitautoren (1993): *Bodenschätzung in Niedersachsen heute*. Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, H. 4, Hannover.

12 Anhang - Zusammenfassung der wichtigsten Zeichen und Abkürzungen in den Bodenschätzungsergebnissen

Ackerschätzung

Bodenarten:

S	Sand
Sl	anlehmiger Sand
lS	lehmiger Sand
SL	stark lehmiger Sand, stark sandiger Lehm
sL	sandiger Lehm
L	Lehm
LT	lehmiger Ton, toniger Lehm
T	Ton
Mo	Moor

Zustandsstufen:

1 bis 7	1 = günstigste Zustandsstufe - 7 ungünstigste Zustandsstufe

Entstehungsarten:

D	Diluvialböden und Böden aus tertiären Sedimenten
Lö	Lössböden
Al	Schwemmlandböden (Alluvium), grundwasserversorgte Böden
V	Verwitterungsböden

Index g:	hoher Grobanteil (Schotter, Steine) in der Krume
*	keine Entstehungsart (Moore, künstl. Schüttungsböden)

Kombinationen: LöD, AlD, Lö/V, Lö,D u.a.

Schichtprofile: z.B. SL/Scho 4 Dg 35/33

Scho	Schotter
Schu	Schutt
Schü	Aufschüttung
Fe	Fels
Me	Mergel
Gz	Gesteinszersatz

Mischprofile: z.B. lS,T,Scho 4 D 28/26 NK

NK	Neukultur (Mischböden nach Rigolen oder Planierungen, Aufschüttungen)

Wertzahlen: Bodenzahl und Ackerzahl

68/70	erste Zahl = Bodenzahl (68) zweite Zahl = Ackerzahl (70)

Wasserverhältnisse (meist nur bei Erstschätzungen als Zusatzinformation)

Wa -	schlechte Wasserverhältnisse
Wa gt	sehr gute Wasserverhältnisse

Darstellung der A-Kulturarten

Ackerland (A): z.B. sL 2 Lö 80/77

Ackergrünland (AGr): z.B. (sL 4 D) 55/50 Die Bodenformel ist eingeklammert.

<u>Grünlandschätzung</u>

Bodenarten:

S	Sand
lS	lehmiger Sand
L	Lehm
T	Ton
Mo	Moor

Zustandsstufen:

I bis IV	I = günstigste Zustandsstufe - IV ungünstigste Zustandsstufe

Klimastufen:

a, b, c, d, e	a = günstigste Klimastufe

Wasserverhältnisse - Wasserstufen:

1	beste Wasserverhältnisse
2	gute Wasserverhältnisse
3	feuchte Lagen
3^{-}	trockene Lagen
$3^{\pm}$	wechselfeuchte Lagen
3^{-+}	wechselfeuchte Lagen mit Überwiegen der Trockenphase
4	sehr feuchte Lagen
4^{-}	sehr trockene Lagen
$4^{\pm}$	Wechsel zwischen sehr feuchten und sehr trockenen Lagen
4^{-+}	Wechsel zwischen sehr feuchten und sehr trockenen Lagen mit Überwiegen der Trockenphase
5	sumpfige Lagen
5^{-}	extrem trockene Lagen

Schichtprofile: z.B. lS/Schu lV a 4^{-} 15/13
Scho, Schu,....Bedeutung wie bei Ackerland

Mischprofile: z.B. lS,T/Schu lll b 2 30/25 NK

NK	Neukultur (Mischböden nach Rigolen oder Planierungen, Aufschüttungen)

Wertzahlen: Grünlandgrundzahl und Grünlandzahl

40/38 erste Zahl = Grünlandgrundzahl (40)
zweite Zahl = Grünlandzahl (38)

Darstellung der Gr-Kulturarten

Grünland (Gr): z.B. L II b 2 52/50

Grünland-Acker (GrA): z.B. (L II a 2) 60/58 Die Bodenformel ist eingeklammert.

Grünland Wiese (GrW): z.B. L IV b 4 16/14W

Grünland-Streu (GrStr): z.B. lS/T IV a 5 3 Str

Grünland-Hutweide (GrHu): z.B. lS IV c 3^{-+} 6Hu+LH

Grünland-Bergmahd (GrBgm): z.B. lS/Schu III e 3^{-} 3 Bgm

Zur Kennzeichnung der Kulturarten GrW, GrStr, GrHu und GrBgm werden die Abkürzungen W, Str, Hu und Bgm verwendet.

Bei Grünland sind folgende Zusatzanmerkungen möglich: e = einschnittiges Grünland, LH =Laubholz, NH = Nadelholz, LNH = Laub-/Nadelholz, Geb = Gebüsch.

3. Zeichenschlüssel

Abgrenzungen

Klassenfläche	——— ——— ——— ———
Klassenabschnittsfläche	— — — — — — — — —
Sonderfläche	—·—·—·—·—·—·—·—·—·—·

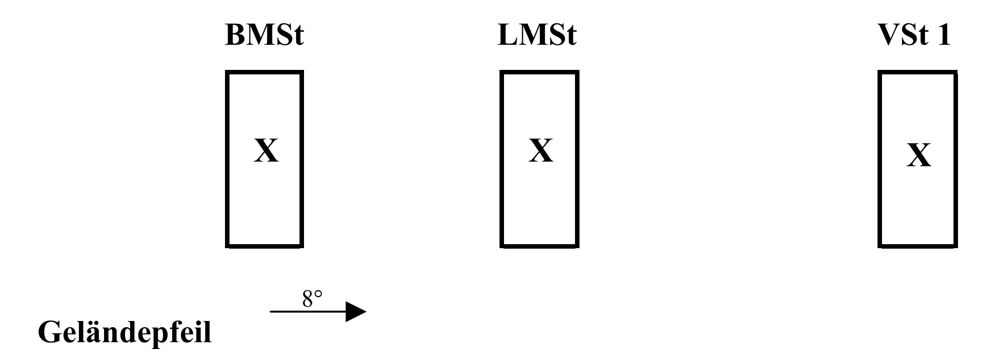
Bezugspunkte

Klassenflächennummer [20] mit Wertzahl (Grablochzahl) [50] 20 X (50)

Klassen- oder Abschnittsflächenteile bzw. Enklaven 20 X

Sonderfläche 20 a X

BMSt = Bundesmusterstück; LMSt = Landesmusterstück VSt 1= Vergleichsstück



Geländepfeil

4. Kulturarten der Bodenschätzung

Folgende Kulturarten werden bei der Bodenschätzung unterschieden:

1. **Ackerland (A).** Das Ackerland umfasst die Bodenflächen zum feldmäßigen Anbau von Getreide, Hülsenfrüchten, Hackfrüchten, Handelsgewächsen, Futterpflanzen und die dem feldmäßigen Anbau von Gartengewächsen dienenden Flächen.

2. **Acker-Grünland (AGr).** Die Bezeichnung Acker-Grünland wird angewendet für
   a) das eigentliche Wechselland, bei dem auf der gleichen Fläche Acker- und Grünlandnutzung zeitlich wechseln, wobei die Ackernutzung überwiegt;
   b) Flächen, die bei gleichen natürlichen Ertragsbedingungen Acker- und Grünlandnutzung in größerem Umfang räumlich nebeneinander aufweisen, wobei die Ackernutzung jedoch überwiegt.

3. **Grünland (Gr).** Als Grünland werden Dauergrasflächen bezeichnet, die in der Regel zur Futtergewinnung gemäht werden und mit Großvieh beweidet werden können.

4. **Grünland-Acker (GrA).** Hiefür gilt dasselbe wie für Acker-Grünland, doch überwiegt die Grünlandnutzung.

5. **Grünland-Wiese (GrW).** Als Grünland-Wiese werden Dauergrasflächen bezeichnet, die zwar noch zur Futtergewinnung gemäht werden, wegen ihrer feuchten Lage aber durch Großvieh nicht beweidet werden können.

6. **Grünland-Bergmahd (GrBgm).** Als Grünland-Bergmahd werden Dauergrünlandflächen im Hochgebirge bezeichnet, die für die Beweidung zu steil sind und ausschließlich der Heugewinnung dienen.

7. **Grünland-Streu (GrStr).** Als Grünland-Streu werden nasse Dauergrünlandflächen bezeichnet, die vorwiegend der Streunutzung dienen.

8. **Grünland-Hutweide (GrHu).** Als Grünland-Hutweide werden Dauergrünlandflächen bezeichnet, die nur geringe Ertragsfähigkeit haben, landwirtschaftlich nicht bestellt werden können und nur eine gelegentliche Weidenutzung zulassen.

KOMBINATION VON LANDWIRTSCHAFTLICHER BODENKARTE, BODENSCHÄTZUNGSKARTE UND FORSTLICHER STANDORTSKARTE
Ein erfolgreicher Weg zur kulturgattungsübergreifenden, multifunktionalen Landschaftsplanung ?

Michael ENGLISCH[1], Edwin HERZBERGER[1], Alfred PEHAMBERGER[4], Wilhelm SCHNEIDER[2] & Josef WAGNER[3]

[1]Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien, Inst. für Forstökologie,
[2]Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien, Inst. für Bodenkartierung
[3]Bundesministerium für Finanzen, Wien, Abteilung Bodenschätzung und Einheitsbewertung
[4]Finanzlandesdirektion für Wien, NÖ und Bgld, Bodenschätzung

Zusammenfassung

Für die vorliegende Arbeit wurde ein Verfahren zur kombinierten Auswertung der Kartierungswerke von landwirtschaftlicher Bodenkartierung, Bodenschätzung und Forstlicher Standortskartierung entwickelt und in drei, etwa 100 bis etwa 500 ha großen Gebieten angewendet. Durch die Erstellung einer kombinierten Standorts- und Bodenkarte ist es möglich, kulturgattungsübergreifend Bewirtschaftungsalternativen sowie Bewertungen von Umweltrisiken, des menschlichen Einflusses und von Veränderungen durch die Bewirtschaftung(sgeschichte) vorzunehmen. Schwachpunkte der bestehenden Kartierungswerke und mögliche Verbesserungsansätze werden diskutiert.

Summary

A method to combine forest site maps, soil maps of the agricultural soil survey and maps of agricultural soil taxation is presented and tested within three project areas of about 100 to 500 ha. By means of the resulting soil-site maps it is possible to develop land use-concepts across different types of cultivation as well as to evaluate ecological risks, anthropogenic influence and changes caused by various land-use systems and the history of land-use. Weak points of the existing site and soil maps are examined and possibilities for their improvement are given.

1 Einleitung und Problemstellung

In Abhängigkeit vom Stand der Technologie, den ökonomischen Grundbedingungen und sozialen Rahmenbedingungen verändern sich Art und Intensität von Standorts- und Bodennutzung.

Innerhalb kurzer Zeiträume treten Veränderungen der Kulturart auf relativ großen Flächen auf: Nach dem statistischen Jahrbuch Österreichs ergibt sich für Ackerland (incl. Hausgärten, Wein- und Obstgärten) von 1990 bis 1997 eine Flächenabnahme um ca. 27000 ha, für bewirtschaftetes Grünland um ca. 40000 ha, während die Waldfläche um ca. 34000 ha zunahm (STATISTIK AUSTRIA 2000).

Für Planungen auf diesen Flächen sind neben den Auswirkungen von Kulturgattungsveränderungen auf den Standort auch diejenigen Veränderungen, die eine bestimmte Form (bzw. Intensität) der Bewirtschaftung auf den Standort haben, relevant.

Dies betrifft neben den offensichtlichen Veränderungen der Pflanzendecke auch viele Bodeneigenschaften hin bis zum Bodenaufbau. Es ergeben sich z. T. erhebliche Unterschiede in Art und Menge der Kohlenstoffspeicherung (Vorräte an organischer Substanz im Mineralboden), in den pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräten und im Basenhaushalt, wie sie u.a. vom AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (1988) gefunden wurden. Während die forstliche Nutzung praktisch ausschließlich auf das von Natur aus zur Verfügung stehende Angebot an Nährstoffen zurückgreift, ist die wesentlich intensivere Acker- und Grünlandnutzung zumindest zum Teil auf die periodische Zufuhr von Nährstoffen von außen sowie auf Bodenbearbeitung angewiesen. Weitere Unterschiede können sich aus dem unterschiedlichen Wasserverbrauch (LYR et al. 1992) und der unterschiedlich starken Bodendeckung der Nutzpflanzen (Erosionsgefahr) in Land- und Forstwirtschaft ergeben.

Auch die wechselseitigen Einflüsse zwischen verschiedenen Nutzungsformen sind in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen: Dies spannt einen Bogen von historischen Waldnutzungen wie Streurechen, Schneitelung und Waldweide, welche Nährstoffentzug, insbesondere von Stickstoff, zu Lasten von Waldökosystemen und zu Gunsten landwirtschaftlicher Flächen darstellten, bis zum Eintrag von Stickstoff aus landwirtschaftlichen Flächen oder Deposition in den Wald. Dies betrifft auch den Schutz landwirtschaftlicher Flächen vor Erosion durch den Wald, sowie direkte oder indirekte Einflüsse auf den Wasserhaushalt.

Eine Kombination von landwirtschaftlichen und forstlichen Planungsinstrumenten, wie sie landwirtschaftliche Bodenkartierung, Bodenschätzung und Forstliche Standortskartierung darstellen, wurde bislang nur partiell, im Rahmen eines Methodenvergleichs (ENGLISCH et al. 1999), vorgenommen. Dieser Methodenvergleich beschränkte sich auf die Anwendung landwirtschaftlicher Kartierungsmethoden im Wald.

Grundsätzliche Fragestellungen für die vorliegende Arbeit sind jedoch, ob die aktuellen Kulturgattungsgrenzen natürliche Potentialunterschiede nachzeichnen, bzw. wie sehr natürliche Potentialunterschiede durch unterschiedliche Nutzungsarten verstärkt oder verwischt wurden. Weiters soll festgestellt werden, wie hoch der Aufwand zur Zusammenführung der Kartierungsverfahren ist und welche inhaltlichen Aussagen ein kombiniertes Kartenwerk erlaubt.

Als konkrete Fragestellungen und Interpretationsansätze für die vorliegenden Arbeit wurden ausgewählt:

- Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen
- Möglichkeiten des Bodenschutzes auf Extremflächen
- Flächennutzung nach Stillegung oder Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung (Grenzertragsböden)
- Bodenveränderungen durch Kulturgattungswechsel

Anhand von drei Beispielsgebieten werden Potentiale und Probleme unterschiedlicher Landschaftsräume im Bereich der Boden- und Standortsnutzung kulturgattungsübergreifend untersucht. Mit Hilfe der vielfältigen Angebote, welche die Planungsinstrumente bieten, wird versucht, mögliche Nutzungen dieser Räume und mögliche Gefährdungen in diesen Räumen

darzustellen. Gleichzeitig werden Verfahren zur vergleichenden Auswertung und Interpretation der Boden- und Standortskarten entwickelt.

Das Ziel aller derzeit in Österreich durchgeführten Kartierungen land- oder forstwirtschaftlicher Standorte ist im wesentlichen eine Abschätzung des Standortpotentials bzw. des Standortszustandes.

Dieses Ziel kann durch zwei unterschiedliche Konzepte erreicht werden: Einerseits kann eine zweckunabhängige Beschreibung und Klassifizierung der ökologischen Gegebenheiten durchgeführt werden, wobei der Standort als Summe aller ökologisch wirksamen Umweltfaktoren verstanden wird. Andererseits können unmittelbar Klassen gleicher Leistung, Gefährdung oder Eignung für bestimmte Fragestellungen oder Ziele differenziert werden. Die beiden Konzepte schließen einander nicht aus. Eine zweckorientierte Klassifizierung ist eine mögliche Auswertung der an sich zweckunabhängigen Beschreibung von ökologischen Gegebenheiten.

Grundsätzlich bauen alle drei hier behandelten Kartierungen – landwirtschaftliche Bodenkartierung, Bodenschätzung und Forstliche Standortskartierung - auf dem ersten Konzept auf, und klassifizieren, wenn auch mit unterschiedlicher Gewichtung, auf Basis von geographischen, morphologischen, geologisch-petrographischen, bodenkundlichen, klimatischen und vegetationskundlichen Kriterien. Abhängig von der Kulturgattung verändert sich die Palette der Aufnahme- und Klassifikationsmerkmale: So können sich die Kartierungen im Acker- und Grünland aufgrund der starken menschlichen Einflussnahme im Gegensatz zur forstlichen Standortskartierung nur sehr eingeschränkt auf vegetationskundliche Befunde stützen. Daher wird nur bei der forstlichen Standortskartierung die aktuelle Vegetation aufgenommen, sowie die Potentielle Natürliche Vegetation als Klassifikationsmerkmal und als Ausdruck des Standortspotentials benutzt.

Die Ergebnisse der Kartierungen sind Darstellungen und Beschreibungen von komplexen Befundeinheiten, die in ihren Inhalten auf Kartierungsobjekt und Verwendungszweck hin optimiert sind. In dieser Hinsicht geht die Bodenschätzung weiter als die beiden anderen Kartierungssysteme, da als Endergebnis unter Zuhilfenahme des Ackerschätzrahmens (z. B. PEHAMBERGER 1998, bzw. ACKERSCHÄTZUNGSRAHMEN 1980) Klassen gleicher (potentieller) Leistung dargestellt werden.

2 Material und Methoden

Die Methoden der Forstlichen Standortskartierung, der Landwirtschaftlichen Bodenkartierung sowie der Österreichischen Bodenschätzung werden im vorliegenden Band (ENGLISCH et al. 2001, SCHNEIDER et al. 2001, WAGNER 2001) beschrieben.

Die Boden- und Standortskarten der drei ausgewählten Gebiete lagen – mit Ausnahme der Forstlichen Standortskarte im Projektgebiet Pillichsdorf - nur in analoger Form vor. Der Darstellungsmaßstab der vorliegenden Kartierungen beträgt 1:2000-1:5000 (landwirtschaftliche Bodenschätzung), 1:5000-1:10.000 (Forstliche Standortskartierung) und 1:25.000 (landwirtschaftliche Bodenkartierung).

Die Kombination von Standorts- und Bodenkarten kann nicht durch direkten Vergleich der Einzelkarten oder einzelnen Einheiten erfolgen, da das Ergebnis aller drei Kartierungswerke jeweils komplexe Befundeinheiten als Ergebnis eines mehrstufigen Klassifikationsvorganges sind. Für die vergleichende, kulturgattungsübergreifende Auswertung war von besonderer

Bedeutung, die Vielzahl von Daten (u. a. chemische Bodenanalysen, Bodenprofilbeschreibungen) welche die Befundeinheiten bestimmen, auch nach erfolgter Kartenkombination direkt zuordenbar zu halten.

Es wurde daher in einem ersten Arbeitsschritt die Flächengeometrie der Klassenflächen der Bodenschätzung von den Maßstäben 1:2000 und 1:1880 auf den Maßstab von 1:5000 vereinheitlicht. Daran anschließend wurden unter Berücksichtigung der Klassenbezeichnungen (=Definition) die Klassenflächen der Bodenschätzung den von der landwirtschaftlichen Bodenkartierung gefassten Bodenformen zugeordnet. Diese Zuordnung wurde anhand der in den Schätzungsbüchern vorliegenden Profilbeschreibungen geprüft. Damit bleiben die oben genannten Daten direkt den Einheiten zuordenbar verfügbar und können innerhalb der neuen Bodenkarte vernetzt werden. Im zweiten Schritt, welcher die Kombination landwirtschaftlicher Bodenformen und Forstlicher Standortseinheiten zum Ziel hat, wurden Einzelmerkmale, welche den Beschreibungen (Definitionen) der jeweiligen Einheiten entnommen wurden, in Form von Themenkarten dargestellt. Daraus wurden die im jeweiligen Gebiet bestimmenden Standortsfaktoren abgeleitet, und damit Flächen ähnlichen Potentials, d.h. neue Befundeinheiten, gefasst.

Digitalisierung, geometrischer Ausgleich und Kartendarstellung wurden im GIS-Programmpaket AutoCADMap 2000, Release 4 (AUTODESK DEVELOPMENT S.A.R.L. 1999) und einer angeschlossenen MSAccess-Datenbank durchgeführt.

Obwohl die Bodenaufnahme und –typisierung in Österreich weitgehend einheitlich (FINK 1969, neuerdings NESTROY et al. 2000) durchgeführt wird, treten bei zusammengesetzten Merkmalen (z. B. der Wasserhaushaltsstufe) infolge unterschiedlicher operationaler Vorschriften zur Klassifizierung inhaltliche und formale Unterschiede zwischen den Kartierungen auf.

Für die in den Themenkarten dargestellten Merkmale wurden folgende Zuordnungen und Zusammenfassungen vorgenommen:

Die großteils auf Varietätenebene kartierten Bodentypen wurden zu Typen, in einigen Fällen zu Subtypen zusammengefasst.

Ebenso wurden die von der BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT (1967) verwendeten Carbonatsgehaltsklassen zusammengefasst und nur die Präsenz/Absenz von freiem Carbonat dargestellt.

Über die fünf von der BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT (1967) definierten Bodenschwereklassen hinausgehend wurden vier Übergangsstufen verwendet, um Bodenformen und Standortseinheiten, deren Profile über den Tiefenverlauf wechselnde Bodenschwere aufweisen, exakt einordnen zu können. Als Tiefengrenze für die Klassifikation der Bodenschwere wurden 50 cm gewählt. Im Gegensatz zu Forstlicher Standortskartierung und landwirtschaftlicher Bodenkartierung, welche zur Klassifikation der Bodenart das auch in der vorliegenden Arbeit verwendete Texturdreieck nach ÖNORM 1061 benutzen, arbeitet die Bodenschätzung nach einem davon geringfügig abweichenden (vgl. PEHAMBERGER 1998, WAGNER 2001).

Die Wasserhaushaltsklassen der landwirtschaftlichen Bodenkartierung und der Forstlichen Standortskartierung wurden einander auf Basis der Definitionen in BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT (1967) und ENGLISCH & KILIAN ([Hrsg.] 1998) gutachtlich angeglichen. Die Zusatzskalen zur Charakterisierung wechselfeuchter Bodenverhältnissen (in der Forstlichen Standortsaufnahme nur bis 1985 verwendet) wurden mit eingearbeitet (Tabelle 1).

Tabelle 1: Wasserhaushaltsklassen sowie Zusatzskalen zur Charakterisierung wechselfeuchter Böden von landwirtschaftlicher Bodenkartierung und Forstlicher Standortskartierung, gutachtlich angeglichene Klassen für Kartierungsvergleich

Wasserhaushaltsklasse		**Zusatzskalen zur Charakterisierung wechselfeuchter Böden**		
Forstliche Standortskartierung	**Landwirtschaftliche Bodenkartierung**	**Forstliche Standortskartierung**	**Landwirtschaftliche Bodenkartierung**	**Skala für Kartierungsvergleich**
sehr trocken	sehr trocken			sehr trocken
trocken	trocken			trocken
mäßig trocken	mäßig trocken		wechselfeucht-überwiegend trocken	mäßig trocken
mäßig frisch				mäßig frisch
frisch	gut versorgt	wechseltrocken	wechselfeucht	frisch
sehr frisch	mäßig feucht	wechselfrisch	wechselfeucht-überwiegend feucht	sehr frisch
feucht	feucht			feucht
naß	naß			naß

Zur Klassifikation der Trophie wurde die fünfteilige Skala der Forstlichen Standortskartierung (ENGLISCH & KILIAN [Hrsg.] 1998) verwendet.

Die Ableitung der Bodenempfindlichkeit der Flächen (Eignung für Klärschlammausbringung) unter landwirtschaftlicher Nutzung erfolgte nach NELHIEBEL (1985). Das Verfahren berücksichtigt Bodendurchlässigkeit, Grundwassertiefe, Bodenreaktion, Präsenz/Absenz von Meliorationsmaßnahmen und Bodenwasserhaushalt sowie Hängigkeit, Erosionsgefährdung und Schwermetallbelastung des Standorts und klassiert nach einem Punktsystem in die Klassen „geeignet", „bedingt geeignet" und „nicht geeignet".

Die wissenschaftliche Benennung von Pflanzengesellschaften folgt MUCINA et al. (1993).

Für die vorliegende Untersuchung wurden 3 Projektgebiete ausgewählt, die durch enge räumliche Verzahnung zwischen den Kulturgattungen Acker, Grünland und Wald gekennzeichnet sind. Die Flächengröße der Projektgebiete und die Flächenanteile der Kulturgattungen ist Tabelle 2 zu entnehmen. Die Flächenauswahl war dadurch gegeben, dass im Gegensatz zur bis auf wenige Restflächen abgeschlossenen Bodenkartierung und der abgeschlossenen Bodenschätzung bislang nur etwa 15 % der österreichischen Waldfläche durch die Forstliche Standortskartierung erfasst sind.

Tabelle 2: Flächengröße der Projektgebiete, Flächenanteile der Kulturgattungen [ha]

Projektgebiet	Landwirtschaftliche Fläche	Waldfläche	**Summe**
Orth	131.4	168.4	**299.8**
Pillichsdorf	83.0	25.0	**108.0**
Irnfritz*	44.4	450.4	**494.8**

*In den Karten 14 bis 19 zwecks Übersichtlichkeit meist nur ein Teil des forstl. Kartierungsgebiets dargestellt

Das Projektgebiet Orth/Donau liegt in der planaren Stufe des Forstlichen Wuchsgebietes 8.1 - Pannonisches Tief- und Hügelland. Dies entspricht dem landwirtschaftlichen Hauptproduktionsgebiet Nordöstliches Flach- und Hügelland (800). Als regionale ökologische Einheit wird

der Landschaftsraum „Donauniederung und Praterterrasse“ (Landwirtschaftliche Bodenkartierung) bzw. das Kleinproduktionsgebiet „Marchfeld“ (808) angegeben. Das Projektgebiet liegt zwischen 140 und 150 m Seehöhe südöstlich von Orth/Donau, außerhalb des vom Hubertusdamm abgedämmten Überschwemmungsbereichs der Donau (*Karte 1a*).

Die Landwirtschaftliche Bodenkartierung wurde von 1963-69 (SCHWARZECKER & TAFERNER 1972) durchgeführt, die Klassenflächen der Bodenschätzung wurden im Schätzungsjahr 1990 erhoben. *Karte 1d* zeigt einen Ausschnitt der Bodenschätzungskarte des Raumes Orth/Donau. Die Forstliche Standortskarte wurde von MARGL 1961 erstellt und mit Ergänzungen von MÜLLER (1973) publiziert. Einige Flächen im Randbereich der Au, welche außerhalb des ursprünglichen Forstlichen Kartierungsgebietes liegen, wurden von ENGLISCH 1998 für die vorliegende Arbeit kartiert.

Das Projektgebiet Pillichsdorf befindet sich ebenfalls in der planaren Stufe des Forstlichen Wuchsgebietes 8.1 - Pannonisches Tief- und Hügelland bzw. im landwirtschaftlichen Hauptproduktionsgebiet Nordöstliches Flach- und Hügelland. (800). Es liegt auf ca. 160 m Seehöhe nordöstlich des Gutes Reuhof (*Karte 1b*). Als regionale Einheit wird der Landschaftsraum „Gänserndorfer Terrasse“ (landwirtschaftliche Bodenkartierung) bzw. das Kleinproduktionsgebiet „Östliches Weinviertel“ (807) angegeben.

Die Landwirtschaftliche Bodenkartierung wurde 1962-66 (BRANDNER 1976) durchgeführt, die Klassenflächen der Bodenschätzung wurden im Schätzungsjahr 1992 erhoben. Die Forstliche Standortskartierung wurde von ENGLISCH 1998) für die vorliegende Arbeit, basierend auf einer Bodenkarte von RUHM (unpubl.), neu erstellt.

Das Projektgebiet Irnfritz liegt in der tiefmontanen Stufe des Forstlichen Wuchsgebietes 9.2 - Waldviertel, das entsprechende landwirtschaftliche Hauptproduktionsgebiet (400) ist das Mühl- und Waldviertel. Die regionale Einheit ist der Landschaftsraum „Kristalline Rumpflandschaft“ (landwirtschaftliche Bodenkartierung) , bzw. das Kleinproduktionsgebiet „Mittellagen des Waldviertels“ (404). Das Projektgebiet liegt auf 560 m Seehöhe östlich des Ortes Wappoltenreith (*Karte 1c*).

Die Landwirtschaftliche Bodenkartierung wurde von HOFER (1990) durchgeführt, die Klassenflächen der Bodenschätzung wurden im Schätzungsjahr 1991 erhoben, die Forstliche Standortskarte der Waldpflegegemeinschaft Irnfritz wurde von der Forstabteilung der Landwirtschaftskammer für Niederösterreich in Kooperation mit der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (LANDESLANDWIRTSCHAFTSKAMMER F. NIEDERÖSTERREICH & FBVA 1969) erstellt.

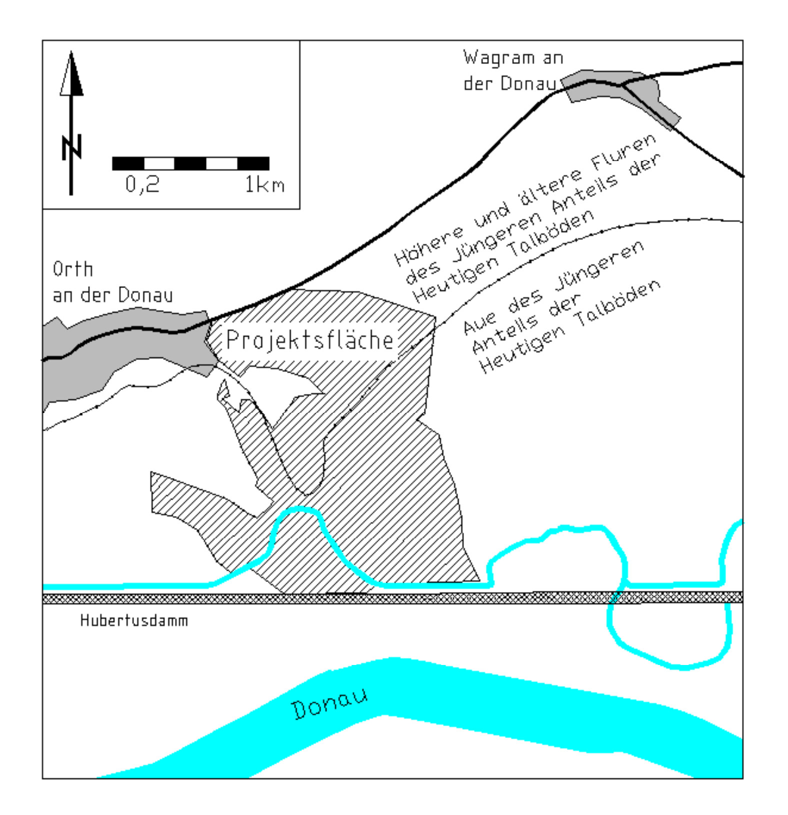
3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Projektgebiet Orth

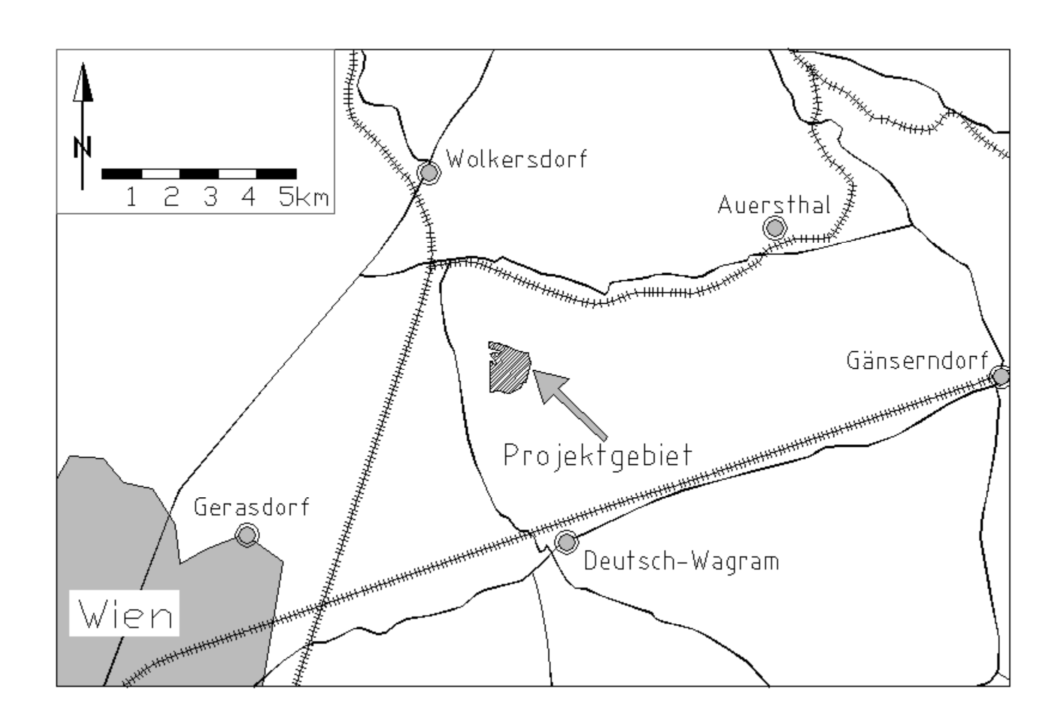
Durch die Donauregulierung vor etwas mehr als 100 Jahren und die Anlage des Hubertusdammes wurden die ökosystemaren Grundlagen im gesamten Projektgebiet drastisch verändert. Da die periodischen Überschwemmungen ausblieben, liegt der Grundwasserspiegel niedriger, die regelmäßige Zufuhr von Nährstoffen (organische Substanz, basische Kationen aus Karbonaten) unterbleibt. Damit wird eine ungestörte Bodenentwicklung zu „reiferen“, terrestrischen Bodentypen hin möglich.

Karte 1a-c: Lage der Projektgebiete

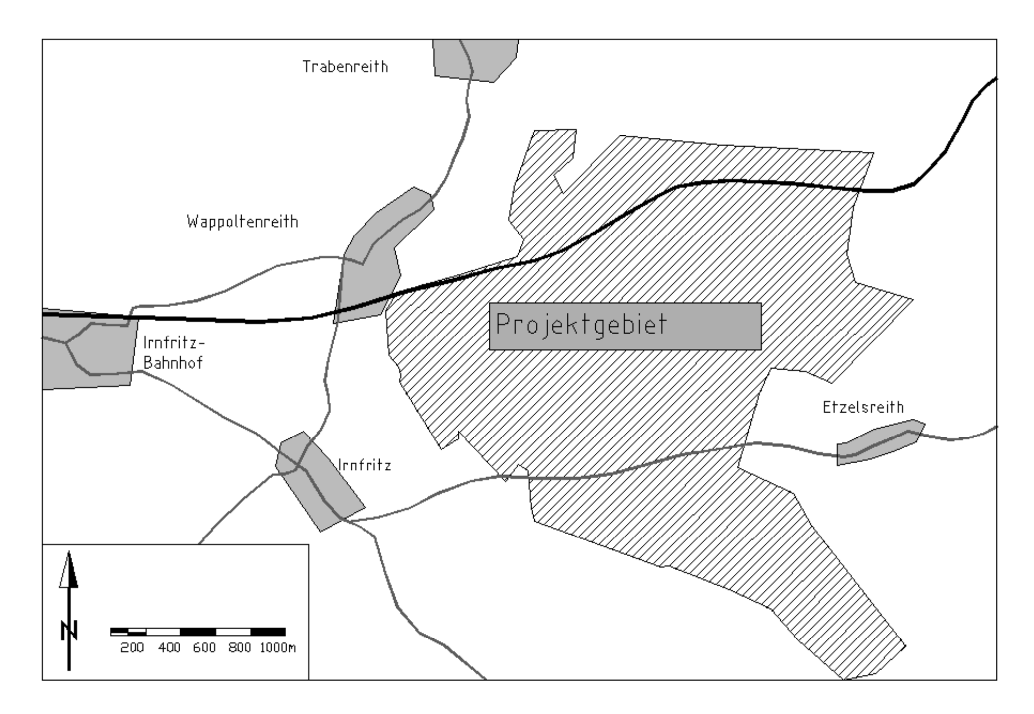
a. Orth



b. Pillichsdorf



c. Irnfritz



Die Kartierungen zeigen diesbezüglich zwar nur eine Momentaufnahme, doch können aufgrund der räumlichen Anordnung der einzelnen Bodentypen Schlüsse auf künftige Entwicklungen gezogen werden.

Die Flächenanteile der Kulturgattungen, insbesondere des Waldes, haben sich, berücksichtigt man die Donauregulierung, gegenüber dem Katastralplan von 1823 erstaunlich wenig verändert: Lediglich im Bereich des Langen Grundes wurde die Waldfläche erweitert, darüber hinaus sind nur einige Neuaufforstungen von wenigen 100 m^2 Größe festzustellen, die in den letzten Jahrzehnten durchgeführt wurden. Stärkere Verschiebungen fanden zwischen Grünland und Ackernutzung statt. Größere Flächen, besonders in Ortsnähe, wurden von Grünlandkultur zu Beginn des 19. Jahrhunderts in Ackerland umgewandelt. In den letzten Jahren trat ein Gegentrend (Flächenstillegung) auf.

Das Substrat des Gebiets bilden die „Aue des Jüngeren Anteiles der Heutigen Talböden an Donau und March“ sowie „Höhere und Ältere Fluren des Jüngeren Anteiles der Heutigen Talböden“ (FUCHS & GRILL 1984). Im Projektgebiet stockt der Wald ausschließlich in der Aue. Auch ein Großteil des Acker- und Grünlands liegt in der Aue, das Gebiet südöstlich von Orth bis nahe an den Fadenbach jedoch bereits auf den höheren und älteren Fluren.

Das Klima des Gebietes ist dem Pannonikum (HARLFINGER & KNEES 1999) zuzuordnen. Die nächstgelegene Klimastation Orth weist ein langjähriges Jahresmittel des Niederschlags von 541 mm, davon 283 mm in der Vegetationszeit, auf. Das Verhältnis von Sommer- zu Winterniederschlägen beträgt 1.8:1. Das langjährige Jahresmittel der Temperatur beträgt 10.1°C, mit einem langjährigem Julimittel von 20.6°C.

Die Forstlichen Standortseinheiten *(Karte 3)* gehören mit Ausnahme der Einheit 2 der abgedämmten, Harten Au an. Einheit 2, die im Kartierungsgebiet äußerst kleinflächig im Verlandungs- und Uferbereich der Gewässer und Altarme auftritt, wird von JELEM (1974) auch au-

ßerhalb des Hubertusdammes zur Weichen Au gestellt. Aufgrund der geringen Flächengröße wurden die waldfreien Flächen von den etwas uferferneren, die durch Weißpappel besiedelt werden können, nicht getrennt.

Die Feuchte (Weißpappel-) Feldulmenau (häufig verwendetes Synonym: Feuchte Harte Au) ist in eingemuldeten Formen (abflusslosen Beckenlagen) der Harten Au gelegen. Der Standort wird stark vom Grundwasser beeinflusst, und die Auswirkungen der Abdämmung sind gering. Der günstige Wasserhaushalt bietet gute Produktionsbedingungen für Feldulme, Esche Weißpappel, Schwarznuß, Stieleiche, Grauerle und Hybridpappel.

Die Frische Eschen-Feldulmenau (Synonym: Frische Harte Au) liegt auf größeren Pultebenen; Grundwasseranschluß ist noch gegeben. Da infolge der Abdämmung keinerlei Überschwemmungswasser wirksam wird, leiten nach JELEM (1974) Baum- und Bodenvegetation bereits zu den zonalen Waldgesellschaften mit hohen Hainbuchen- und (Feld-)Ahornanteilen über.

Die mäßig frische Eichen-Lindenau (Synonyme: Lindenau, Frische Lindenau; Standortseinheit 11) und die von ihr aufgrund der schwereren Bodenart und damit höheren Wasserkapazität abtrennbaren Eichen-Feldahorn-Hainbuchenau (Synonym: Ahornau) nehmen die höchstgelegenen Teile der Au (Uferwälle, Pulte) ein. Der Grundwassereinfluß ist bedeutungslos. Aufgrund der auch im natürlichen Zustand seltenen Überschwemmungsereignisse sind die Veränderungen durch die Abdämmung gering. Beide Standorte sind produktiv. Stieleiche, Berg- und Feldahorn sowie Esche sind wichtige Baumarten. Beide Standorte leiten zu den zonalen Vegetationsgesellschaften über.

Die an sich gute Eignung der (abgedämmten) Augebiete für Acker- und Grünland beweisen die zahlreichen Wiesen, aber auch Felder innerhalb des geschlossenen Auwaldgebietes (MARGL 1972), wie sie im Projektgebiet mit relativ hohen Wertzahlen der Bodenschätzung auftreten. Eine im äußersten Auwaldbereich gelegene Fläche – heute teilweise brachliegender Acker - wurde sowohl von der landwirtschaftlichen Bodenkartierung als auch - unabhängig davon - von der Forstlichen Standortskartierung aufgenommen. Die Flächengeometrien sind unterschiedlich *(Karte 3)*. Der direkte Vergleich, auch mit Hilfe der standörtlichen Eigenschaften (Tabellen 3 und 4, *Karten 4-6*), ergibt einen ersten Anhaltspunkt für die Kombination der land- und forstlichen Kartierungswerke. Im vorliegenden Fall entspricht Standortseinheit 11 der Bodenform 1, Standortseinheit 10 der Bodenform 6.

Die Bodentypen *(Karte 4)* zeichnen auf weite Strecken die unterschiedlichen Kulturgattungen nach: Tschernoseme nehmen den Großteil der landwirtschaftlich genutzten, Auböden den Großteil der forstlich genutzten Flächen ein; die Kulturgattungsgrenze markiert höchstwahrscheinlich auch die Grenze der periodische Überschwemmung vor der Abdämmung: Diesen Schluss unterstützt sowohl die geologischen Karte – der Bereich nördlich der beiden Waldstreifen, die aus dem geschlossenen Waldbereich herausragen, liegt im Bereich der Höheren und Älteren Fluren – als auch die hydrotechnische Karte *(Karte 2)* von DE LORENZO aus dem Jahr 1818. Südlich und östlich des Marktes Orth sind wohl Steinwerke als Hochwasserschutz kartiert, doch ist der Ortsteil „Neusiedlerzeile“ nur noch durch denjenigen Graben oder Altarm geschützt, dem der nordwestliche, isolierte Waldstreifen (Forstliche Standortseinheit 20) entspricht. Dies legt ebenso wie die schon damals gegebenen Ackernutzung den Schluss nahe, dass Überschwemmungen in diesem Bereich nur noch sporadisch, bei extremen Katastrophenhochwässern auftraten.

Die geringen Anteile an vergleyten Auböden innerhalb des geschlossenen Tschernosembereichs decken sich mit gegenüber dem Stand der hydrotechnischen Karte verlandeten oder zugeschütteten Altarmen. Die Kunstböden des nordwestlichen Waldstreifens werden von der Kläranlage des Marktes Orth und dessen gefaßtem Abfluß eingenommen. Die Gewässer im Bereich des nordöstlichen Waldstreifens wurden künstlich eingetieft, um die Verlandung hintanzuhalten (Fischereiwirtschaft).

Die vorliegenden Bodenanalysen (SCHNEIDER & DANNEBERG 1991, Kartierungsgebiet Lassee; JELEM 1974) beziehen sich auf den Oberboden, im Fall der landwirtschaftlichen Bodenkartierung auf den Ap-Horizont (0-25 cm), bei der Forstlichen Standortskartierung auf den Ah-Horizont, meist 0-10/15 cm). Die Analysen bieten für das gesamte Projektgebiet ein sehr einheitliches Bild: Unabhängig vom Bodentyp liegen die pH – Werte, von vereinzelten Ausnahmen abgesehen, über 7. Sämtliche Böden sind carbonathaltig. Die im Zuge der Forstlichen Standortskartierung gemessenen Werte von Einzelprofilen liegen zwischen 17 und 32 % $CaCO_3$, der Feldbefund der Bodenkartierung ergibt für alle Bodenformen „starke Kalkhaltigkeit“ (>5 % $CaCO_3$). Die mittleren Kohlenstoffgehalte von Tschernosemen der Praterterrasse liegen (SCHNEIDER & DANNEBERG 1991) zwischen 10 und 15 $mg.g^{-1}$, für Auwald-Profile des Marchfeldes sind Werte um 50 $mg.g^{-1}$ häufig (JELEM 1974). Diese Differenz ist teilweise durch unterschiedliche analytische Methoden zu erklären (Kohlenstoffgehalte wurden von SCHNEIDER & DANNEBERG (1991) durch nasse Oxidation nach Walkley bestimmt, von JELEM (1974) durch Elementaranalyse (Gasanalyse)), ist aber auch kulturartenabhängig (Wald: geringere Temperatur durch Bestandesklima, langsamer abbaubares (verholztes) Material, keine Bodenbearbeitung).

Die Flächenverteilung der Bodenschwereklassen *(Karte 6)* zeigt ein sehr heterogenes Bild und dürfte damit die sehr unterschiedliche Sedimentation durch eine Vielzahl unterschiedlich starker Überschwemmungsereignisse nachzeichnen. Sehr leichte bis leichte Böden treten jedoch nur im stromabgewandten, landwirtschaftlich genutzten Teil des Gebietes auf. Diese die Bodenform 16 umfassenden Flächen werden ebenso wie die Standorte 13 und 14, die höhere Bodenschwere, aber nur geringe Gründigkeit aufweisen, als mäßig winderosionsgefährdet eingeschätzt.

Auf dem Großteil der Untersuchungsfläche wurden der Wasserhaushalt *(Karte 5)* mit „mäßig trocken“ bis „gut versorgt“ (landwirtschaftliche Bodenkartierung) bzw. die analogen Stufen der forstlichen Standortskartierung „mäßig frisch“ und „frisch“ kartiert. Dabei tritt die Stufe „frisch/gut versorgt“ außerhalb des forstlich genutzten Teilgebietes nur noch kleinflächig auf. Die Klassen „trocken“ und „sehr trocken“ treten nur auf leichten oder seichtgründigen Böden des landwirtschaftlich genutzten Teilbereichs auf.

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die nach AK STANDORTSKARTIERUNG (1996) errechneten Klassen der nutzbaren Wasserspeicherkapazität (nWSK) für die Forstlichen Standortseinheiten und landwirtschaftlichen Bodenformen. Bei ihrer Interpretation und beim Vergleich mit den kartierten Wasserhaushaltsstufen ist zu berücksichtigen, dass gerade die hohe potentielle nutzbare Speicherkapazität der im Gebiet vorherrschenden Bodenarten auch relativ hohe Wasserdurchlässigkeit bedeutet. Ebenso ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der geringen Jahresniederschläge und relativ hoher Temperaturen in der Vegetationszeit die hohe Kapazität allenfalls kurzzeitig voll genutzt wird. Der Grundwasseranschluss einiger Einheiten (Standortseinheiten 2, 7, 10; Bodenformen 6, 8) macht die standörtliche Vegetation vom Niederschlagswasser partiell unabhängig.

Karte 1d: Ausschnitt aus der Bodenschätzungskarte im Bereich Orth/Donau; der Ausschnitt zeigt den nordwestlichen Teil des Projektgebiets.

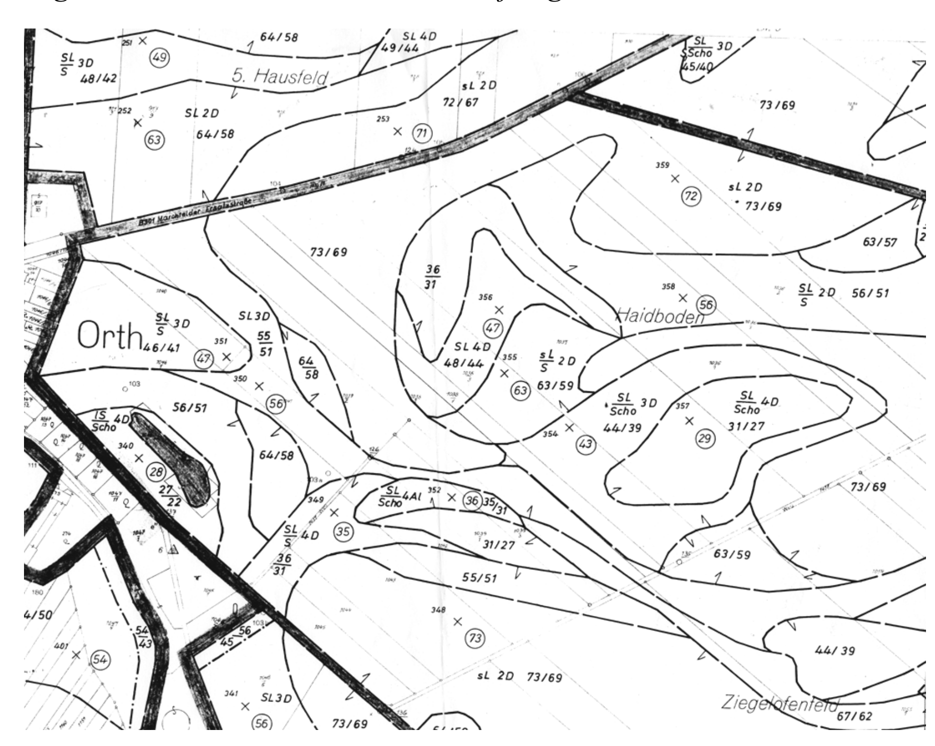


Tabelle 3: nWSK-Klassen im effektiven Wurzelraum der Forstlichen Standortseinheiten und landwirtschaftlichen Bodenformen im Projektgebiet Orth

nWSK-Klasse	Bodenform	Standortseinheit
sehr gering (30-60 mm)	13	
mittel (90-120 mm)	14	
hoch (120-180 mm)	5, 15, 16	8, 10, 11
sehr hoch (180-240 mm)	1a, 1b, 6, 8, 19, 20	2, 7
äußerst hoch (>240 mm)	18	

Tabelle 4: Forstliche Standortseinheiten und deren Merkmale; Projektgebiet Orth

2	Feuchte und nasse Weidenau, Röhricht- und Großseggenzone
7	Feuchte (Weißpappel-) Feldulmenau
8	Frische Eschen – Feldulmenau
10	Eichen - Feldahorn – Hainbuchenau
11	Mäßig frische Eichen – Lindenau

Tabelle 4 Fortsetzung

StE	Wasser	Trophie	Relief	Substrat	Bodentyp	Bodenart	Gründigkeit	Grobanteil	Standortswald
2	naß	eutroph-hypertroph	Ebene	Ausand, Auschluff	Gley	lS, lU	t-st	gering	kein Wald / (Weißpappel-Auwald)
7	feucht	eutroph-hypertroph	Ebene, konkave Lagen	Auschluff, Aulehm	Augley	lU, sL	st	gering	Weißpappel-Feldulmen-Auwald
8	frisch	eutroph-hypertroph	Ebene	Aulehm, Ausand	[brauner] Auboden	sL, lS	st	gering	Eschen-Feldulmen-Auwald
10	frisch	eutroph-hypertroph	Ebene	Aulehm, Auschluff	vergleyter, [brauner] Auboden	L	st	gering	Feldahorn-Hainbuchen-Auwald
11	mäßig frisch	eutroph-hypertroph	Ebene	Aulehm, Ausand	[brauner] Auboden	sL	st	gering	Eichen-Linden-Auwald

Abkürzungen: StE – forstliche Standortseinheit; Wasser – Wasserhaushaltsstufe; lS – lehmiger Sand, lU – lehmiger Schluff, sL – sandiger Lehm, L – Lehm; t – tiefgründig, st –sehr tiefgründig.

Tabelle 5: Landwirtschaftliche Bodenformen und deren Merkmale; Projektgebiet Orth

1	kalkhaltiger Grauer Auboden aus jungem, feinem Schwemmaterial
5	kalkhaltiger, „reifer“ Grauer Auboden aus jungem, feinem Schwemmaterial über Schotter oder Sand
6	schwach vergleyter, kalkhaltiger Grauer Auboden aus jungem, feinem Schwemmaterial
8	vergleyter kalkhaltiger Grauer Auboden aus jungem, feinem Schwemmaterial
13	Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten über Schotter
14	Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten über Schotter
15	Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten über Schotter oder Sand
16	Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten über Sand (Schotter)
18	Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten
19	Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten
20	Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten

BF	Bodenschwere	Tiefe	Krume	Wasser	Relief	Nat. Bodenwert	Sonstiges
1a	l 5/ll(G)	tg (mg)	mk-tk	mt	e	mw A, mw G	(Ü)
1b	l – m	tg	mk-tk	mt	e	mw A, mw G	(Ü)
5	m – l 7/G(ll-l)	tg	tk	mt	e	hw A, mw G	(Ü)
6	l 2/l – m 3/l	tg	tk	mf	e, M, R	hw A, hw G	(Ü)
8	m – s	tg	tk	f	e, M	gw A, gw G	Ü
13	m (l) 2/G	sg	sk	tt	e	gw A	EW
14	m (l) 5/G	mg	tk	t	e	gw A	EW
15	l – m 8/G (l)	tg	tk	mt	e	mw A	
16	l (m) 3/ll-l 4/ll – l (G)	tg	mk	t	e, R	mw A	EW
18	m 3/l – m	tg	mk	mt	e, R	hw A	EW
19	m - s 7/l-m	tg	tk	mt	e	hw A	
20	m –l 8/m-s 1/l-ll	tg	tk	gv	e, M	hw A	

Abkürzungen zu Tabelle 5: BF – Bodenform; ll – sehr leicht, l – leicht, m – mittel, s – schwer; G – Grobanteil vorherrschend; Arabische Ziffern: Mächtigkeit des Stratums in dm;
sg – seichtgründig, mg – mittelgründig, tg – tiefgründig; sk – seichtkrumig, mk – mittelkrumig, tk – tiefkrumig;
tt – sehr trocken; t – trocken, mt - mäßig trocken; gv – gut versorgt, mf - mäßig feucht, f – feucht;
e – eben bis schwach geneigt, M – Mulde, R – Rücken;
A – Ackerland, G – Grünland; hw – hochwertig, mw – mittelwertig, gw – geringwertig;
EW – Gefahr der Winderosion; Ü – Überschwemmungs- bzw. Überstauungsgefahr. Klammerausdrücke: zum (kleinen) Teil

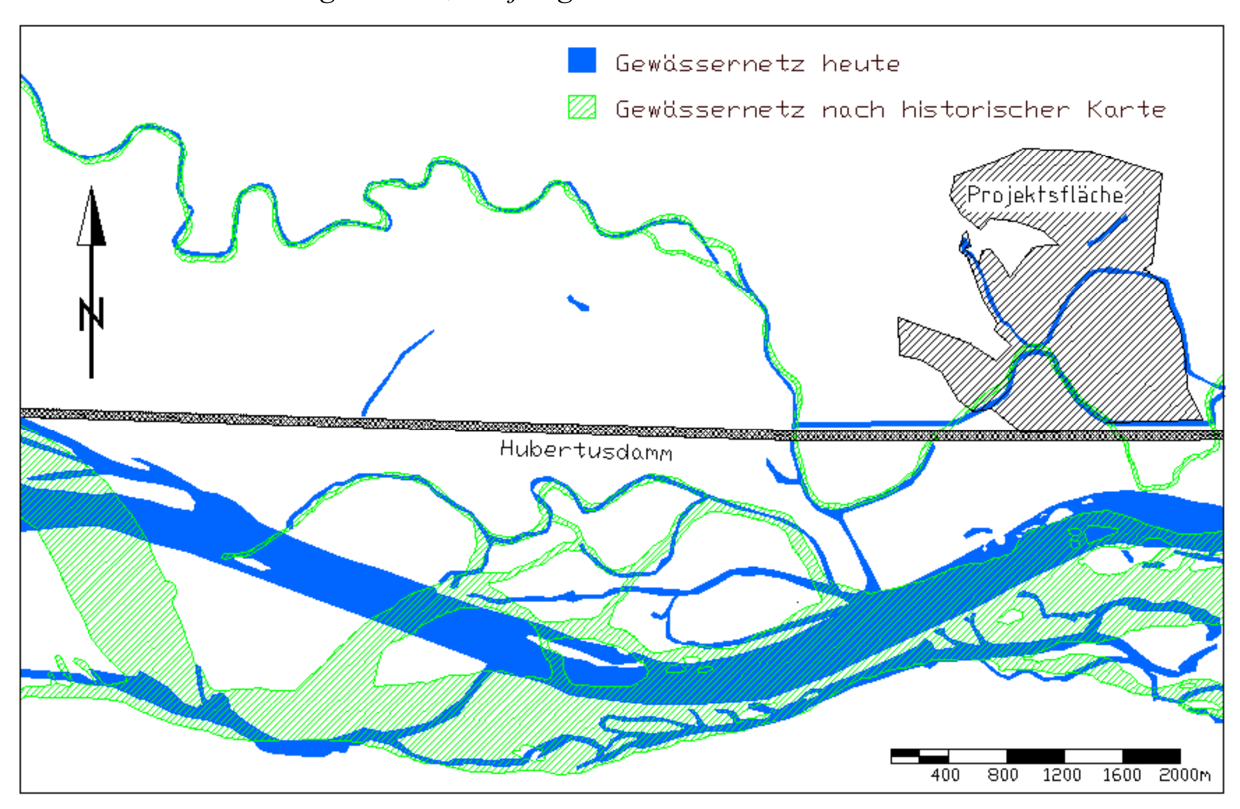
Tabelle 6: Zusammenführung von Bodenformen der landwirtschaftl. Bodenkartierung mit Klassenflächen und Bodentypenerhebung der Österr. Bodenschätzung im Projektgebiet Orth

Bodenform der lw. Bodenkartierung	**Klassenfläche der Österreichischen Bodenschätzung**			
	Nr.	**Bodenformel**	**Wertzahl/Ackerzahl**	**Bodentyp**
1	346	sL/S 4 Al	41/37	Tschernosem aus Aused.
	481	sL 4 Al	58/55	Grauer Auboden aus TG
	482	sL/S 4 Al	51/48	Grauer Auboden
5	352	SL/Scho 4 Al	35/31	Grauer Auboden auf Schotter
6	483	sL 3 Al	67/63	Grauer Auboden aus TG
8	345	sL 3 Al	65/60	Grauer Auboden aus TG
	361	sL 3 Al	67/62	Grauer Auboden aus TG
13	340	lS/Scho 4 D	27/22	Tschernosem auf Schotter
	357	SL/Scho 4 D	31/27	Tschernosem auf Schotter
	228	SL/Scho 4 D	30/26	Tschernosem auf Schotter
14	354	SL/Scho 3 D	44/39	Tschernosem auf Schotter
15	358	SL/S 2 D	56/51	Tschernosem auf Sand
	384	SL/S 2 D	57/51	Tschernosem auf Sand
16	349	SL/S 4 D	36/31	Tschernosem auf Sand
	351	SL/S 3 D	46/41	Tschernosem auf Sand
	360	SL/S 4 D	37/34	Tschernosem auf Sand
	386	lS 3 D	47/42	Tschernosem
18	344	SL 4 D	48/44	Tschernosem
	350	SL 3 D	55/51	Tschernosem
	356	SL 4 D	48/44	Tschernosem
	396	SL 4 D	49/46	Tschernosem
19	252	SL 2 D	64/58	Tschernosem
	348	sL 2 D	73/69	Tschernosem
	359	sL 2 D	73/69	Tschernosem
	363	sL 2 D	74/69	Tschernosem
	365	SL 2 D	63/57	Tschernosem
	382	SL 2 D	63/57	Tschernosem
	385	sL 2 D	74/70	Tschernosem
	388	SL 2 D	64/58	Tschernosem
	397	sL 2 D	72/68	Tschernosem
20	364	sL 1 D	77/72	Tschernosem
	383	SL 1 D	73/67	Tschernosem

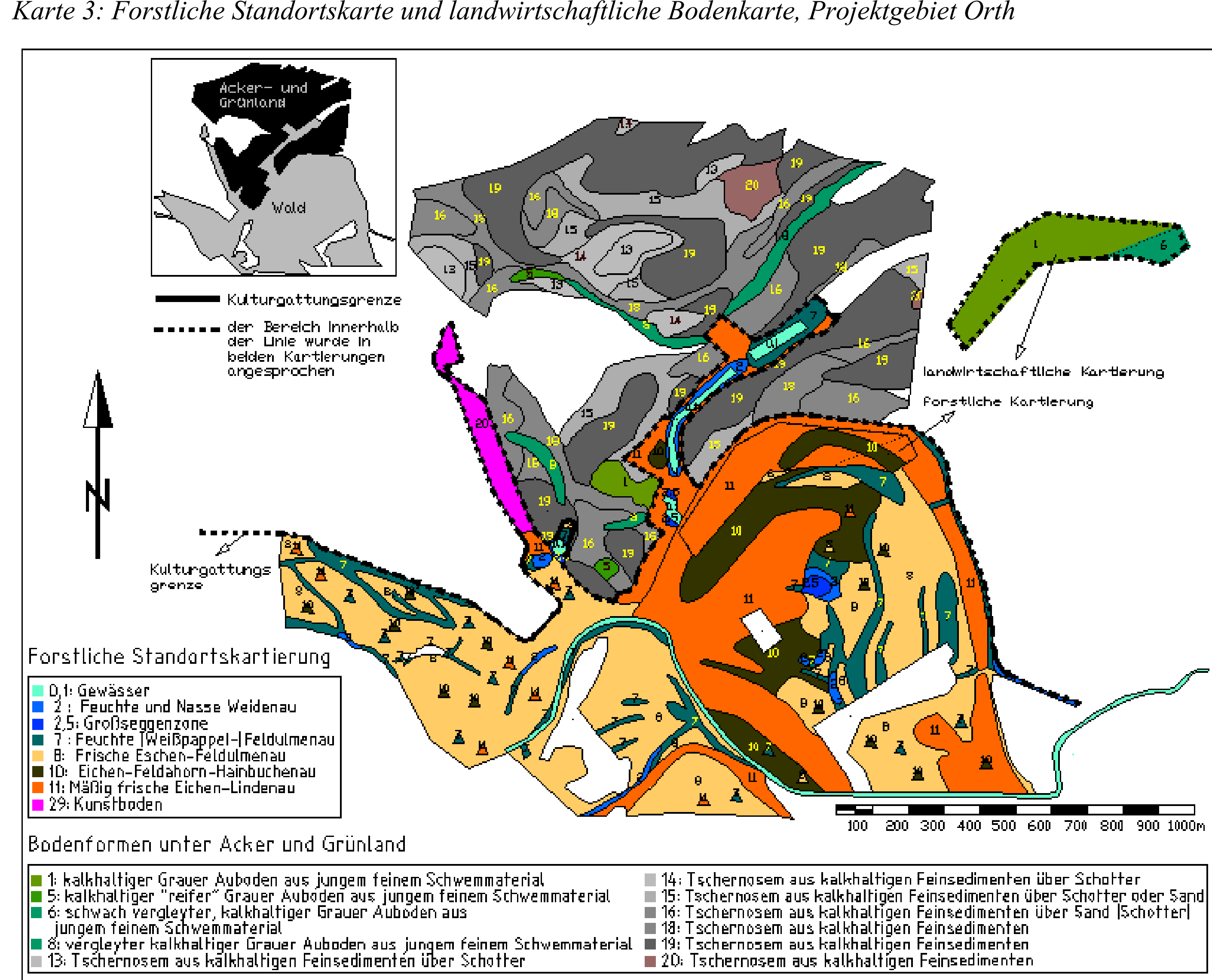
Abkürzungen: Al - Alluvialböden, D - Diluvialböden, Scho – Schotter; S - Sand, lS – lehmiger Sand, SL – stark sandiger Lehm, sL – sandiger Lehm; 1-7 Zustandsformen Ackernutzung, 77/78 - Bodenzahl- bzw. Grünlandgrundzahl (= Wertzahl nach Berücksichtigung von Klima, Relief u.a.).

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Zuordnung der Klassenflächen der Österreichischen Bodenschätzung zu den Bodenformen der landwirtschaftlichen Bodenkartierung. Die bestimmenden Beschreibungsmerkmale der Klassenflächen, wie die Bodenformel, in welche die Bodenart und die Zustandsform der Flächen eingehen, die Wert- bzw. Ackerzahl und der Bodentyp können damit direkt mit den Beschreibungsmerkmalen der Bodenformen der landwirtschaftlichen Bodenkartierung (Tabelle 5) verglichen und gegenseitig zugeordnet werden. Diese direkte Zuordnung bildet die Grundlage für die in *Karte 3* dargestellten, aus Bodenschätzung und Bodenkartierung kombinierten Bodenformen.

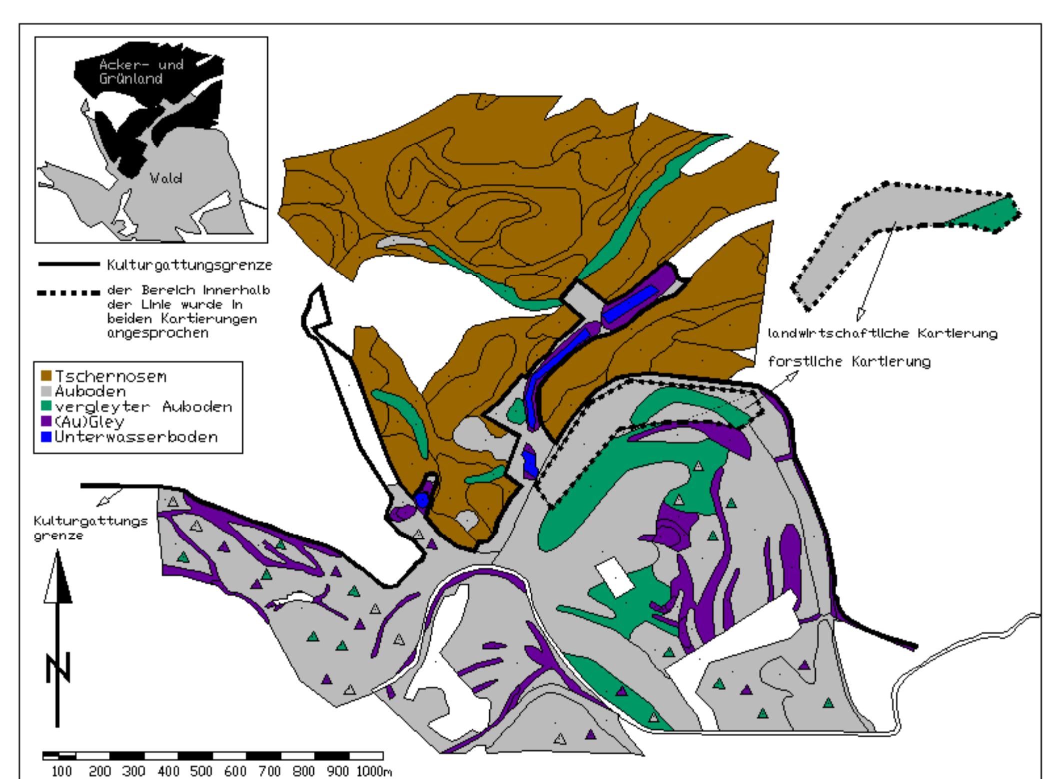
Karte 2: Gewässernetz im Jahr 1818 (Hydrotechnische Karte von De Lorenzo) im Vergleich mit dem heutigen Stand, Projektgebiet Orth



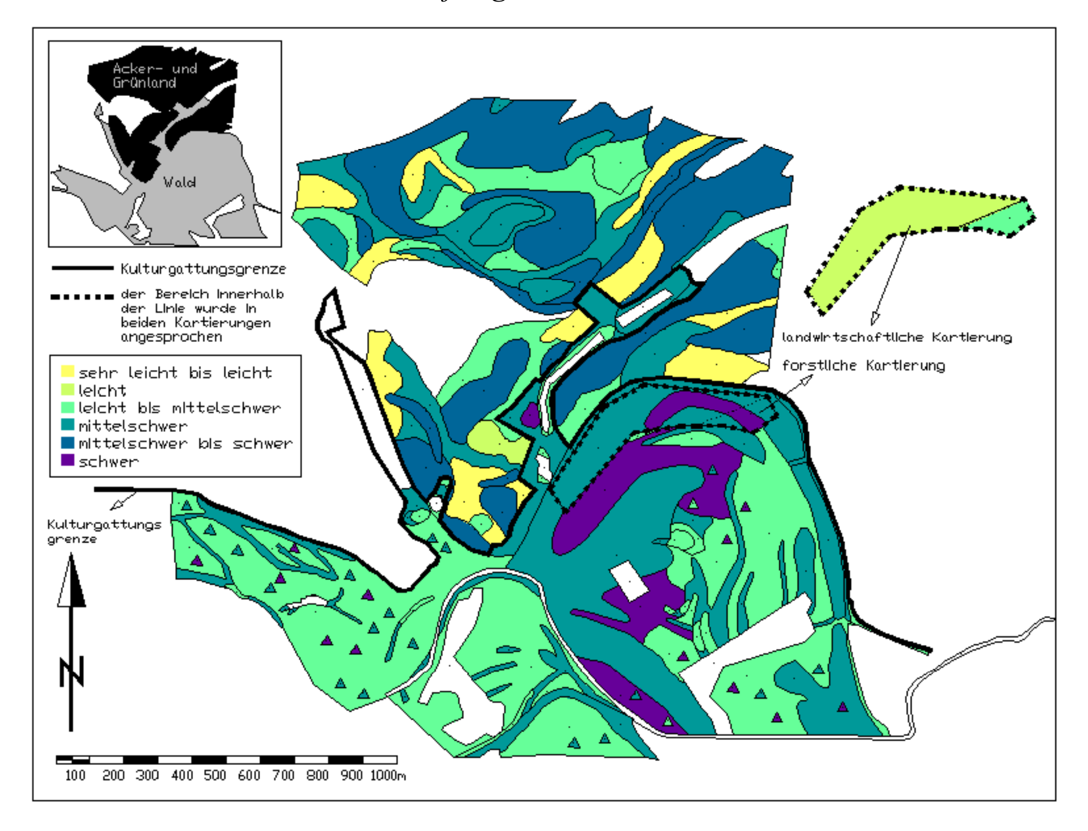
Karte 3: Forstliche Standortskarte und landwirtschaftliche Bodenkarte, Projektgebiet Orth



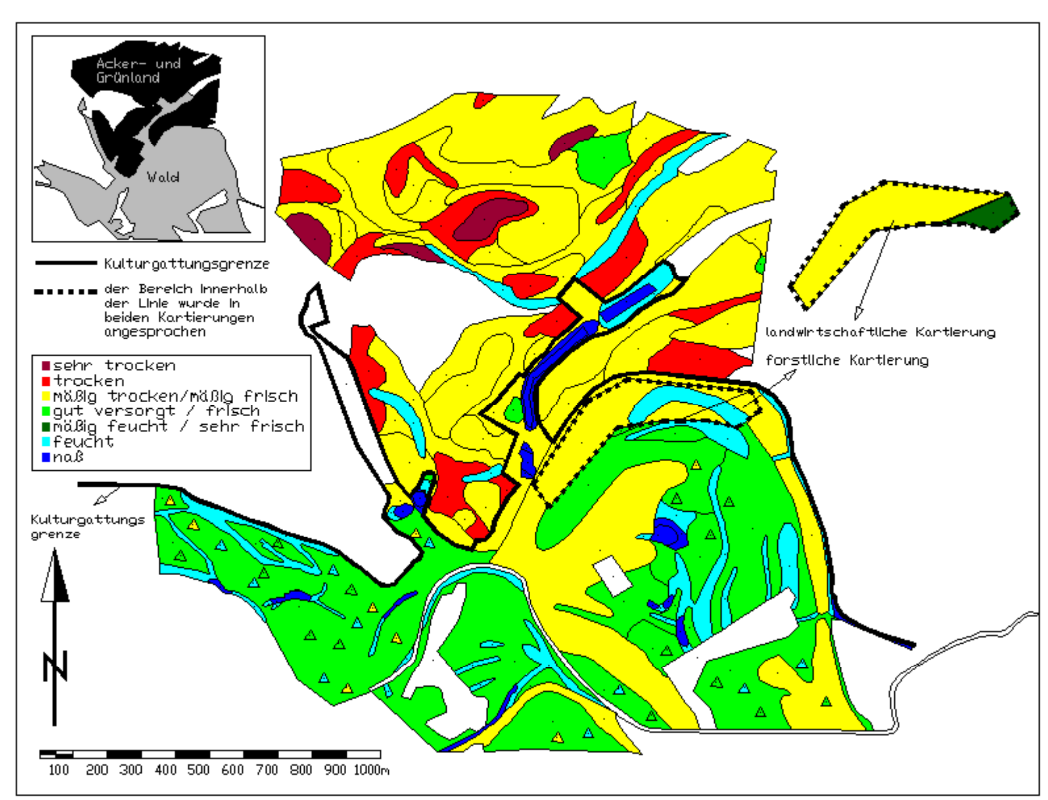
Karte 4: Bodentypen im Projektgebiet Orth



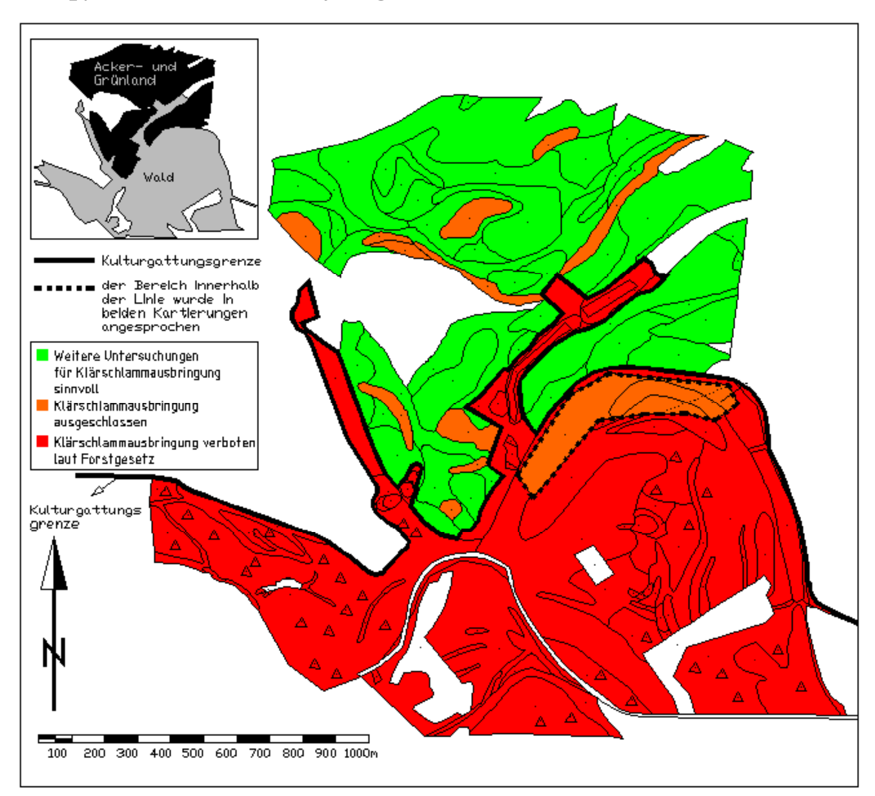
Karte 5: Bodenschwereklassen im Projektgebiet Orth



Karte 6: Wasserhaushaltsstufen im Projektgebiet Orth



Karte 7: Bodenempfindlichkeit im Projektgebiet Orth



Der bestimmende Standortsfaktor im Projektgebiet ist sowohl im eigentlichen Augebiet als auch außerhalb desselben der Wasserhaushalt. Er wird im Gebiet im wesentlichen durch die Merkmale Bodenart, Gründigkeit (d.i. Abstand von der Schotteroberkante) und Relief gefasst und kartiert. Bei den höher gelegenen Standorten, also jenen des höchstgelegenen Aubereichs und jenen außerhalb des eigentlichen Auwaldbereiches wird der Wasserhaushalt von der Wasserspeicherkapazität des Bodens wesentlich bestimmt, während bei den tiefergelegenen Standorten der Grundwassereinfluß und damit die zumindest teilweise Unabhängigkeit von Niederschlagsereignissen entscheidend ist.

Im Gegensatz dazu differenziert die Trophie im Projektgebiet die Standorte nicht: Die Werte der chemischen Bodenanalysen zeichnen sich im gesamten Projektgebiet durch sehr große Homogenität aus, die Trophie ist als „reich" bis „sehr reich" einzustufen. Selbst zwischen den Bodentypen sind keine chemischen Differenzen festzustellen. Für die Zusammenführung von Forstlichen Standortseinheiten und landwirtschaftlichen Bodenformen wird daher ausschließlich der Wasserhaushalt herangezogen (Tabelle 7, *Karte 8*). Tabelle 7 gibt einen Überblick über die bestimmenden Merkmale zur Zusammenführung der landwirtschaftlichen Bodenformen und Forstlichen Standortseinheiten (hier: Wasserhaushalt und Vergleyung des Bodens) sowie die Bezeichnungen (Nummern) der Bodenformen und Standortseinheiten), die zu den neuen Einheiten der kombinierten Auswertung zusammengefaßt wurden. Es wurde hier wie auch in den anderen Projektgebieten darauf verzichtet, diese kombinierten Einheiten anders als mit einem Zifferncode (römische Ziffern) zu benennen.

Tabelle 7: Zusammenführung der landwirtschaftlichen Bodenformen und Forstlichen Standortseinheiten im Projektgebiet Orth

Einheit der kombinierten Auswertung	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Wasserhaushalt	naß	feucht	frisch	frisch	m. frisch	m. frisch	m. frisch	m. trocken	trocken
Vergleyung	j	j	n	(j)	n	n	n	n	n
Forstliche Standortseinheit	2	7	8	10	11				
Landwirtschaftliche Bodenform		8	20	6	1a, 1b	5, 15, 18, 19	16	14	13

m. - mäßig

Im Projektgebiet stehen mit den Einheiten III bis VI sehr große Flächen mittel- bis hochproduktiver Standorte zur Verfügung, die sowohl land- als auch forstwirtschaftlich genutzt werden (III, IV, V) bzw. potentiell nutzbar wären. Sie sind grundsätzlich sowohl bodenchemisch als auch bodenphysikalisch als äußerst stabil zu bewerten. Einheit IV bildet in Bezug auf die mögliche Eignung zur Klärschlammausbringung (Grundwasseranschluss [Vergleyung] eine Ausnahme. - Auch Einheit VII kann zur oben angeführten Gruppe gestellt werden. Sie ist jedoch auf Grund ihrer sehr leichten bis leichten Bodenart als winderosionsgefährdet einzustufen.

Eine Aufforstung von Standorten außerhalb des eigentlichen Auwaldes (VI, VII) mit einer der Natur nahen Baumartenzusammensetzung wäre angesichts der geringen Waldausstattung des Marchfeldes und der nur noch in sehr geringen Resten vorhandenen naturnahen Waldgesellschaften in Hinblick auf die Biodiversität des Gebietes, Erhaltung von autochtonem forstli-

chem Vermehrungsgut sowie Schutz vor Bodenerosion zumindest punktuell wünschenswert. Die potentielle, natürliche zonale, also außerhalb der Au gelegenen Baumartenzusammensetzung ist aufgrund des Fehlens nahe gelegener naturnah zusammengesetzter Bestände nur mit einiger Unsicherheit zu rekonstruieren. STARLINGER (1997) gibt für mäßig frische, basenreiche Standorte (VI, VII) einen Traubeneichen-Hainbuchenwald (*Primulo veris-Carpinetum*) an. SOÓ (1943) beschreibt auf Sandflächen im Alföld (Nyirség) unter kontinentaleren Bedingungen die stieleichendominierte Waldgesellschaft *Quercetum roboris convallarietosum*. Neben der Stieleiche treten hier Weißpappel, Birke, Feldulme, Wildbirne und Feldahorn auf. Es wird angenommen, dass ähnlich zusammengesetzte Gesellschaften die tiefgründigeren Standorte im vorliegenden Gebiet einnehmen würden. Als Standortswald könnte also für die Einheiten VI und VII ein Traubeneichen-Hainbuchen-Stieleichen-Eschenwald angenommen werden.

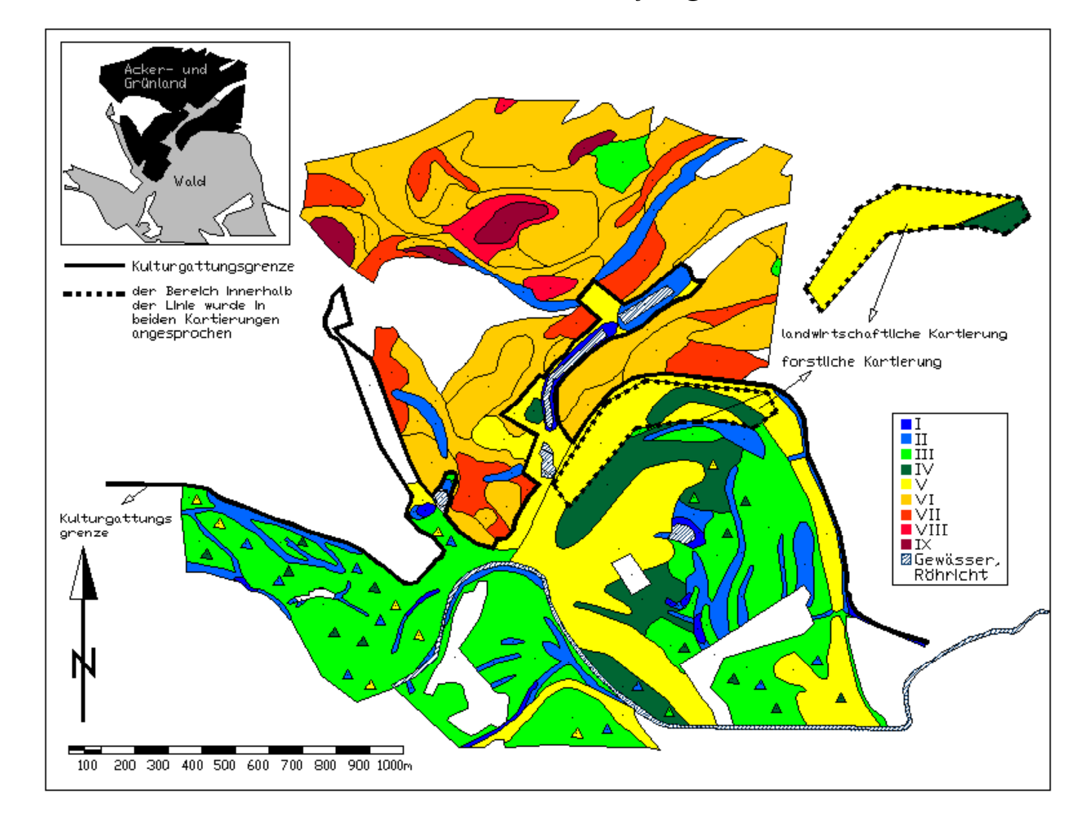
Da die Bodenwertzahl von Einheit VII relativ gering ist, wären diese Flächen vorzugsweise für eine Aufforstung oder zumindest bodendeckende Kulturen in Betracht zu ziehen.

Die flachgründigsten Einheiten (VIII, IX) ähneln den im Bereich Pillichsdorf auftretenden Bodenformen 12 und 13 (seicht- bis mittelgründige (Para)Tschernoseme über Schotter).

Die sehr geringe bzw. mittlere Wasserkapazität dieser Standorte läßt einen Löß-Eichenwald (VIII, *Aceri tatarici-Quercetum*, vgl. ZOLYOMI 1957) bzw. einen Flaumeichen-Traubeneichen-Feldahorn-Wald als Standortswald erwarten (vgl. KIRCHMEIR et al. 2000). Diese nach Bodenkartierung und Bodenschätzung als geringwertiges Ackerland klassifizierten Standorte böten sich aus wirtschaftlicher Sicht am ehesten zur Aufforstung an. Während Einheit VIII im Hoch- oder Mittelwaldbetrieb zu bewirtschaften ist, muss Einheit IX niederwaldartig bewirtschaftet werden. Sie sind auch aus dem Gesichtspunkt des Bodenschutzes als sensibel einzustufen: Standort IX wird von der landwirtschaftlichen Bodenkartierung als Ausschlussstandort für Klärschlammausbringung klassifiziert, beide Einheiten werden als erosionsgefährdet (Wind) ausgewiesen. Auch im Falle einer weiteren landwirtschaftlichen Nutzung der Einheiten wäre eine Empfehlung in Richtung einer möglichst bodendeckenden Kultur auszusprechen.

Im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen die rings um den östlichen Waldstreifens, der aus dem geschlossenen Waldbereich herausragt, gelegen sind, wäre trotz grundsätzlich geringer Bodenempfindlichkeit (Einheiten VI, VII) bei Düngung und möglicher Klärschlammausbringung auf möglichen Stofftransport in den unter der Schotteroberkante liegenden, künstlich eingetieften Altarm zu achten.

Karte 8: Kombinierte Standorts- und Bodenkarte, Projektgebiet Orth



3.2 Projektgebiet Pillichsdorf

Das Projektgebiet weist seit dem Katastralplan von 1822 erhebliche Veränderungen bezüglich der Flächenanteile der Kulturgattungen auf. So fehlen dort sämtliche derzeit bestehenden Waldflächen. Aus einer anonymen Photodokumentation des Gebietes lässt sich schließen, dass diese Flächen vor allem aus Gründen des Winderosionsschutzes zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit Kiefern aufgeforstet wurden *(Abbildung 1)*. Auch stillgelegte Schottergruben wurden in den heutigen Waldbestand einbezogen. Die heute intensiv landwirtschaftlich genutzten, saisonal künstlich bewässerten Flächen wurden damals als Weide (Grünland) bewirtschaftet.

Das Projektgebiet liegt zum Großteil im Bereich der Gänserndorfer Terrasse (FUCHS & GRILL 1984). Der Terrassenschotter ist im Kartierungsgebiet mit einer nur wenige Dezimeter mächtigen Flugsandschicht bedeckt. THENIUS (1962) trennt im Marchfeld aufgrund der petrologischen Zusammensetzung eiszeitliche und jüngere Flugsande, letztere oft in nachrömischer Zeit abgelagert, und (eiszeitlichen) Löß. Mit der Wald – Ackergrenze im nördlichen Bereich des Gebiets gehen die Terrassenschotter zur Einheit „jungpleistozäner Löß und Lehm (Würm)“ über.

Die Bodentypen im Gebiet wurden als Paratschernoseme und Tschernoseme klassifiziert

Sie müssten nach NESTROY et al. (2000) als carbonatfreier und carbonathaltiger Tschernosem beschrieben werden, da der Bodentyp Paratschernosem in dieser Systematik aufgehoben wurde.

Ihre räumliche Verteilung wird vom Carbonatgehalt (*Karte 10*), welcher im Gebiet die Substratgrenzen nachzeichnet, bestimmt.

Tabellen 8-10 geben einen Überblick über die bestimmenden Merkmale der Forstlichen Standortseinheiten, Bodenformen der landwirtschaftlichen Bodenkartierung und Klassenflächen der Bodenschätzung; Tabelle 10 ist zusätzlich die Zuordnung von Bodenformen und Klassenflächen als Grundlage für die kombinierte Auswertung des landwirtschaftlichen Flächenanteils zu entnehmen.

Tabelle 8: Forstliche Standortseinheiten und deren Standortsmerkmale; Projektgebiet Pillichsdorf

1	trockener seichtgründiger karbonatfreier Zerreichen-Traubeneichen-Feldahorn-Standort
2	trockener seichtgründiger karbonathaltiger Flaumeichen-Traubeneichen-Feldahorn-Standort
3	mäßig trockener mittelgründiger karbonatfreier Zerreichen-Traubeneichen-Feldahorn-Standort
4	mäßig trockener mittelgründiger karbonathaltiger Stieleichen-Zerreichen-Feldahorn-Standort

StE	**Wasser**	**Trophie**	**Relief**	**Substrat**	**Bodentyp**	**Bodenart**	**Gründigkeit**	**Grobanteil**	**Standortswald**
1	t	mesotroph	Ebene	Flugsand	Ptschernosem	sU	s	gering	ZE-TrE – FAh-Wald
2	t	eutroph	Ebene	Flugsand	Tschernosem	sU	s	gering	FlE-TrE-FAh-Wald
3	mt	mesotroph	Ebene	Flugsand, Löß	Ptschernosem	sU	m	gering	ZE-TrE – FAh-Wald
4	mt	eutroph	Ebene	Löß, Flugsand	Tschernosem	sU-lU	m-t	gering	StE-ZE-FAh-Wald

Abkürzungen: StE – forstliche Standortseinheit, t – trocken, mt –mäßig trocken;
sU – sandiger Schluff, lU – lehmiger Schluff; s - seichtgründig, m – mittelgründig, t – tiefgründig;
FlE – Flaumeiche, ZE – Zerreiche, TrE - Traubeneiche, StE – Stieleiche, FAh – Feldahorn.

Tabelle 9: landwirtschaftliche Bodenformen und deren Merkmale; Projektgebiet Orth

12	seichtgründiger Paratschernosem aus Flugsand über Schotter
13	mittelgründiger Paratschernosem aus Flugsand über Schotter

BF	**Bodenschwere**	**Tiefe**	**Krume**	**Wasser**	**Relief**	**Nat. Bodenwert**	**Sonstiges**
12	l 2/G	sg	sk	tt	e; TE	gw A	EW
13	l – m	tg	mk - tk	mt	e	mw A	EW

Abkürzungen: BF – Bodenform; l –leicht, m – mittel; G – Grobanteil vorherrschend; Arabische Ziffern: Mächtigkeit des Stratums in dm;
sg – seichtgründig, tg – tiefgründig;
sk – seichtkrumig, mk – mittelkrumig, tk – tiefkrumig;
tt – sehr trocken, mt - mäßig trocken;
e – eben bis schwach geneigt, TE – Terrasse;
A – Ackerland, mw – mittelwertig, gw – geringwertig;
EW – Gefahr der Winderosion;

Tabelle 10: Zusammenführung von Bodenformen der landwirtschaftlichen Bodenkartierung mit Klassenflächen und Bodentypenerhebung der Österreichischen Bodenschätzung im Projektgebiet Pillichsdorf KG Reuhof

Bodenform der lw. Bodenkartierung	**Nr.**	**Bodenschätzung – Klassenflächen**		
		Bodenformel	**Wertzahlen**	**Bodentyp**
12	10	lS/S, Scho 3 D	37/33	Paratschernosem
	Sf		37/29	Paratschernosem
	11	lS/S, Scho 4 D	29/26	Paratschernosem
	12	lS/S 3 D	30/23	Paratschernosem
	Sf		30/26	Paratschernosem
	13	Sl/Scho 3 D	30/26	Paratschernosem
	Sf		30/23	Paratschernosem
	17	lS/S, Scho 3 D	32/28	Paratschernosem
	Sf		32/25	Paratschernosem
13	9	lS/S, Scho 2 D	43/36	Paratschernosem
	Sf		43/32	Paratschernosem
	14	lS/S, Scho 1 D	54/43	Paratschernosem
	Sf		54/48	Paratschernosem
	16	lS/S, Scho 1 D	53/47	Paratschernosem
	Sf		53/42	Paratschernosem

Abkürzungen: Sf – Sonderflächen: Flächen deren Merkmale geringfügig von der Hauptfläche abweichen; D- Diluvialböden, Scho – Schotter; S - Sand, Sl – anlehmiger Sand, lS – lehmiger Sand; 1-7 Zustandsformen Ackernutzung, 77/78 – Bodenzahl bzw. Grünlandgrundzahl (=Wertzahl nach Berücksichtigung von Klima-, Relief- u.a.);

Abbildungen 1a, 1b: Aufforstung von Flugsandböden bei Gänserndorf 1929, im oberen Bild (Mitte) Erosionserscheinungen

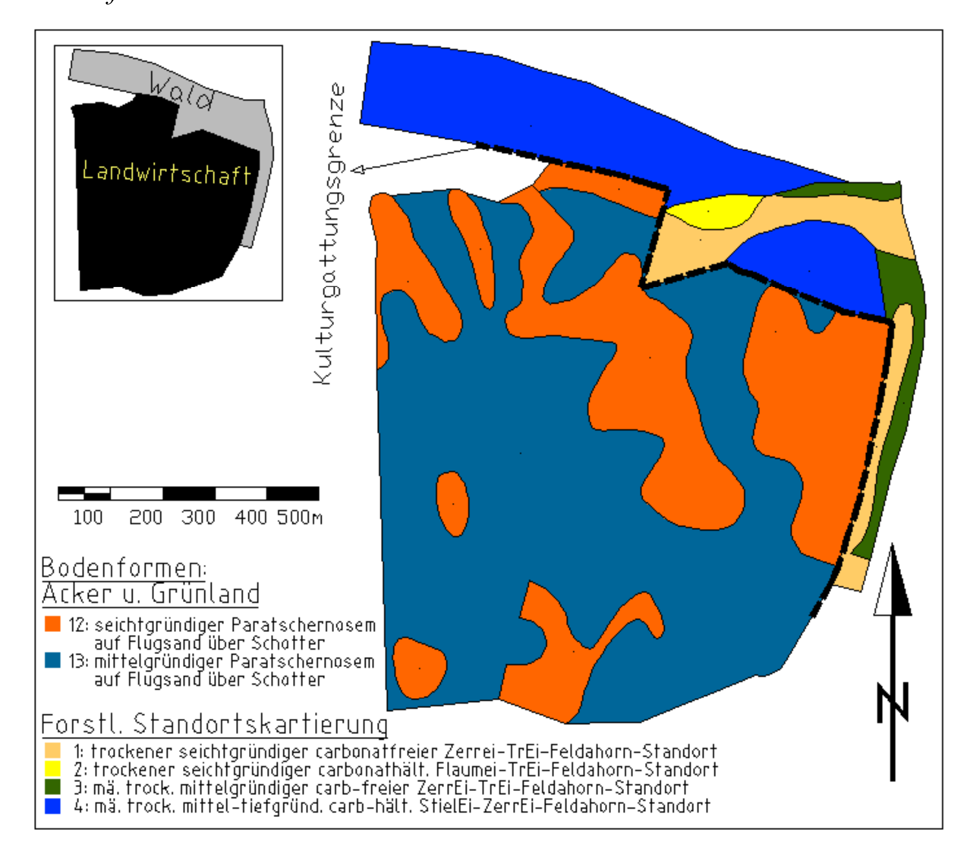




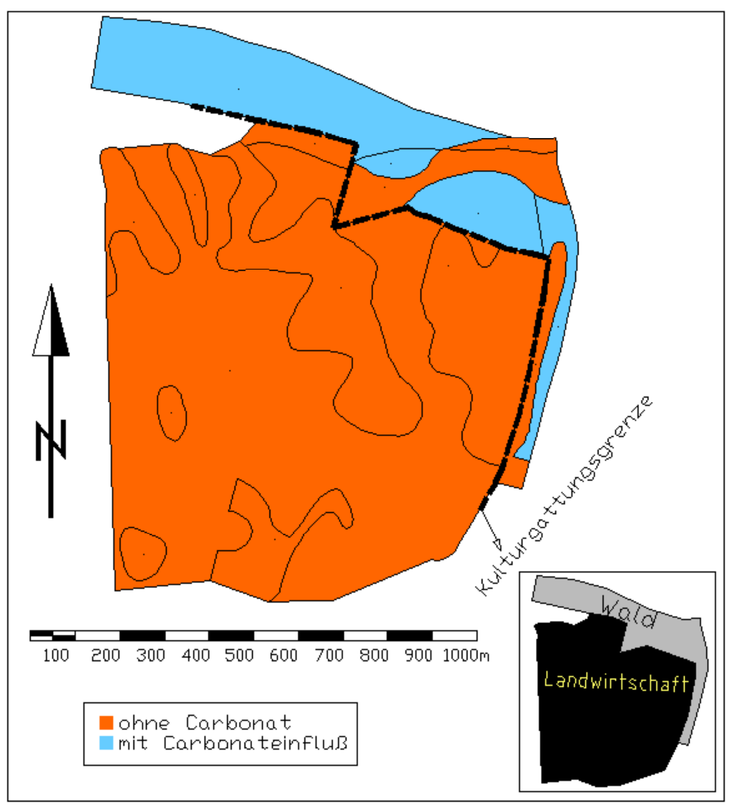
Abbildung 2: Kiefernsterben in Beständen des Projektgebiets (Photo: Dr. Th. Cech)



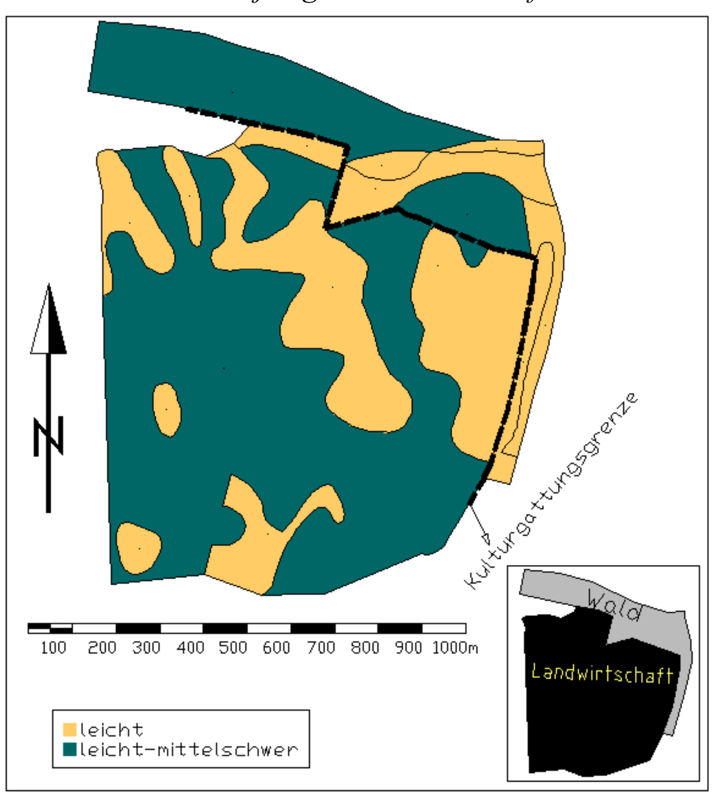
Karte 9: Forstliche Standortskarte und landwirtschaftliche Bodenkarte, Projektgebiet Pillichsdorf



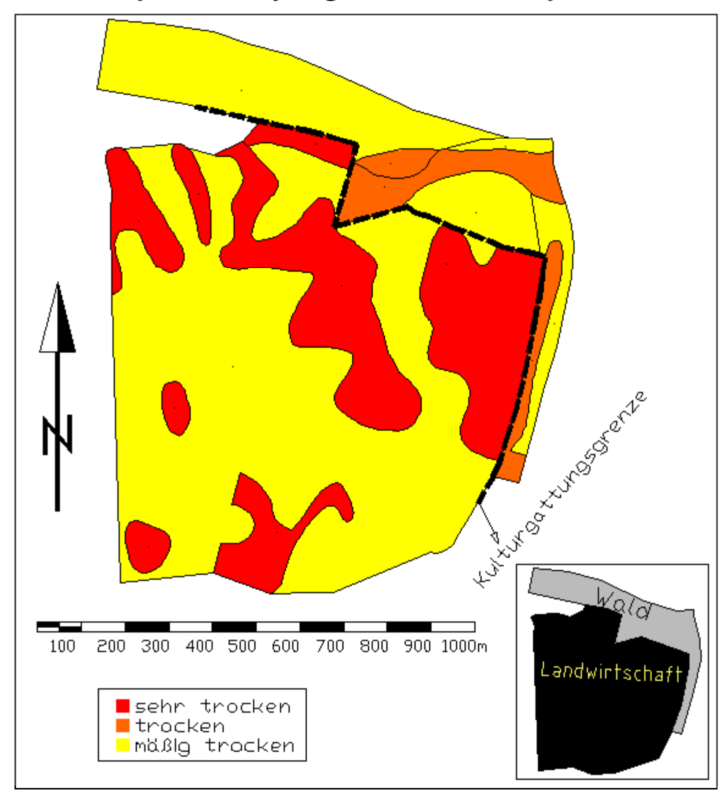
Karte 10: Carbonatgehalt des Bodens; Projektgebiet Pillichsdorf



Karte 11: Bodenschwereklassen im Projektgebiet Pillichsdorf



Karte 12: Wasserhaushaltsstufen im Projektgebiet Pillichsdorf



Das Gebiet zählt mit einer Jahreswärmesumme von mehr als 3600°, weniger als 3 Frosttagen und ca. 260 Vegetationstagen (HARLFINGER & KNEES 1999) mit zu den wärmebegünstigsten Österreichs. Die nächstgelegene Klimastation Gänserndorf weist ein langjähriges Jahresmittel der Lufttemperatur von 10.2°C und eine durchschnittliche Julitemperatur von 20.6°C aus. Die Vegetationszeit beträgt 254 Tage. Das langjährige Jahresmittel des Niederschlags liegt bei 476 mm, Sommer- zu Winterschlag verhält sich wie 2.1:1 (Station Gänserndorf). Mit einem K-Wert zwischen 100 und 115 ist das Gebiet nach HARLFINGER & KNEES (1999) als schwach semiarid zu klassifizieren. HARLFINGER & KNEES (1999) berechneten für das ebenfalls im Pannonikum gelegene Retz die klimatische Wasserbilanz: Bei einem etwas geringerem langjährigen Jahresmittel des Niederschlags (425 mm), aber auch etwas geringerem langjährigen Jahresmittel der Temperatur (9.0°C) als Gänserndorf ergab sich ein Jahresdefizit von 159 mm. Die humide Periode umfasst nur die Monate November bis Februar, der klimatologische Wasserüberschuß reicht theoretisch bis Mai bzw. Anfang Juni aus. NOBILIS & WEILGUNI (1997) geben die Dauer einer Trockenperiode (d.h. kein Niederschlagsereignis >2 mm in der Periode) mit einem Wiederkehrintervall von 50 Jahren mit ca. 40 Tagen an. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass für die Station Retz für die Periode 1896 bis 1930 noch mittlere Jahresniederschläge von 525 mm gemessen wurden (FRANZ 1961).

Der nutzbaren Wasserspeicherkapazität (=nutzbare Feldkapazität; nWSK) des Bodens kommt daher in Bezug auf den Gesamtwasserhaushalt eine entscheidende Bedeutung zu. Wichtige Einflussgrößen auf die nWSK wie die Bodenart *(Karte 11)* und der Gehalt an organischer Substanz (s.u. bzw. Tabelle 11) sind innerhalb des Gebiets nur wenig differenziert. Entschei-

dende Merkmale zur Differenzierung ökologischer Einheiten sind daher die Bodengründigkeit bzw. der Grobskelettanteil *(Karte 9)*.

Mit zur Verfügung stehenden Schätzhilfen (AG BODENKUNDE 1982) kann die nWSK auf Basis von Geländemerkmalen annähernd quantifiziert werden.

Für die Bodenform 12 ergab sich eine nWSK von 65 mm (Ah 0-35 cm, 15 % Skelettgehalt, Lagerungsdichte 2, Bodenart lehmiger Sand: 23 mm; C 35-60 cm, Skelettgehalt 30 %, Lagerungsdichte 2, Bodenart lehmiger Sand: 42 mm), für die Bodenform 13 (AhC 0-55 cm, Skelettgehalt 5 %, Lagerungsdichte 2, Bodenart lehmiger Sand) 120 mm.

Für die Forstlichen Standortseinheiten 1 und 2 (Ah 0 –30 cm, 5 % Skelettanteil, Lagerungsdichte 2, Bodenart schluffiger Sand: 67 mm, C1 30-60 cm, 80 % Skelettanteil, Lagerungsdichte 2, Bodenart schluffiger Sand: 13 mm) wurde eine nWSK von 80 mm, für die Forstlichen Standortseinheiten 3 und 4 (Ah 0–2 cm, kein Skelett, Lagerungsdichte 2, Bodenart schluffiger Sand: 4 mm, AhC 2–35 cm, wie oben, 74 mm, C1 35-66 cm, wie oben, 70 mm) von 150 mm errechnet. Dies entspricht den nWSK-Klassen „gering“ (Bodenform 12, Standortseinheiten 1, 2) bis „hoch“ (Standortseinheiten 3, 4) im effektiven Wurzelraum nach ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996).

Die gutachtliche Geländeansprache des Gesamtwasserhaushalts ergab sowohl auf den landwirtschaftlich als auch auf den forstlich genutzten Flächen die Einschätzung, dass auch in den gründigeren Flächenteilen mit der Klasse „mäßig trocken“ längeranhaltende Wasserknappheit in der Vegetationszeit eintritt *(Karte 12)*. Dies bedeutet, dass die Standorte etwa für Zuckerrüben- und Weizenanbau nicht geeignet sind (BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT 1967). Unter der Annahme einer Bestandestranspirationrate von 2.35 $mm.d^{-1}$ für Kiefer (Berechnung nach POLSTER (1957) für einen 40-50-jährigen Bestand) ist selbst bei vollständiger Auffüllung des Bodens im Winterhalbjahr auf den Standorten 1 und 2 das Bodenreservoir spätestens nach 30 Trockentagen erschöpft. Nach den Angaben von NOBILIS & WEILGUNI (1997) würden damit rein rechnerisch zumindest zwei Mal pro Umtriebszeit von 100 Jahren ausgedehnte Dürreperioden mit vollständiger Entleerung des Bodenwasserspeichers auftreten.

Die Potentielle Natürliche Waldgesellschaft des Gebiets ist für die zumindest mittelgründigen Einheiten im Bereich des subpannonischen Traubeneichen-Zerreichenwaldes (*Quercetum petraeae-cerris*) zu suchen. Die seichtgründigen Standorte werden potentiell von Flaumeichenwäldern (*Quercion-pubescentis-sessiliflorae* excl. *Q. petraeae-cerris*) eingenommen.

Tabelle 11: Chemische Merkmale von Bodenprofilen in den Forstlichen Standortseinheiten, Projektgebiet Pillichsdorf

Standorts-einheit	Horizont	von [cm]	bis [cm]	pH($CaCl_2$)	Carbonat [%]	C_{org} [$mg.g^{-1}$]	N_{tot} [$mg.g^{-1}$]	KAK [$\mu mol_c.g^{-1}$]	BS [%]
2	Ahb	0	4	7.10	51	35	1.4	171.67	99.96
	AhbC	4	32	7.49	97	19	0.3	178.46	99.97
	C	32	+	7.66	205	30	0.2	35.20	100.00
4	Ahb	0	2	7.24	39	35	2.1	159.66	99.96
	AhbC	2	35	7.52	63	19	0.5	72.60	100.00
	C	35	66	7.67	226	33	2.3	49.51	99.78
3	C	30	+	4.93	0	13	0.6	80.65	96.71

KAK – Kationenaustauschkapazität, BS - Basensättigung

Die Böden der Forstlichen Standortseinheiten 1 und 4 ähneln in ihrer chemischen Charakteristik den Tschernosemen der Praterterrasse stark. SCHNEIDER & DANNEBERG (1991) geben für diese Tschernoseme im Kartierungsbezirk Lassee abhängig von der Bodenform pH-Mittelwerte zwischen 7.28 und 7.50 an (Ap-Horizont, 0-25 cm) an. Die Carbonatgehalte überschreiten meist 5 %, die Mittelwerte der Kationenaustauschkapazität liegen zwischen 210 und 260 $\mu mol_c.g^{-1}$. Die mittleren C_{org}-Gehalte liegen zwischen 10-17 $mg.g^{-1}$. Sie erreichen damit den Bereich der C_{org}-Werte des Oberbodens (0-25 cm) in den Waldflächen.

Die von DANNEBERG (1995) im Rahmen der Niederösterreichischen Bodenzustandsinventur untersuchten Paratschernoseme auf carbonatfreiem älterem Schwemmaterial bzw. carbonatfreiem Quartärsediment unterscheiden sich chemisch deutlich von den Tschernosemen: Die mittleren pH-Werte betragen tiefenstufenabhängig zwischen 6.1 und 6.6, die mittlere KAK 102 – 129 $mmol_c.g^{-1}$. Die Böden weisen eine mittlere Basensättigung zwischen 99.0 und 99.9 % auf und sind damit noch als voll basengesättigt einzustufen. Die mittleren C_{org}-Gehalte liegen mit 5-10 $mg.g^{-1}$ unter denjenigen der Tschernoseme. Die chemischen Charakteristika der Paratschernoseme unter Wald unterscheiden sich von denjenigen unter Ackernutzung mit Ausnahme des pH-Wertes nicht wesentlich.

Zur Zusammenführung der Boden- und Standortskarten und der dabei erfolgenden Neufassung von Einheiten wird als erster Standorts- und damit Klassifikationsfaktor die Wasserversorgung als derjenige gewählt, der auf Teilen der Untersuchungsfläche Extrema (in diesem Fall Minima) bildet. Die Trophie der Standorte ist über das gesamte Projektgebiet als günstig zu bewerten und weist auch nur geringe relative Differenzen auf. Sie wird daher erst in einem zweiten Klassifizierungsschritt zur Gliederung der Standorte verwendet.

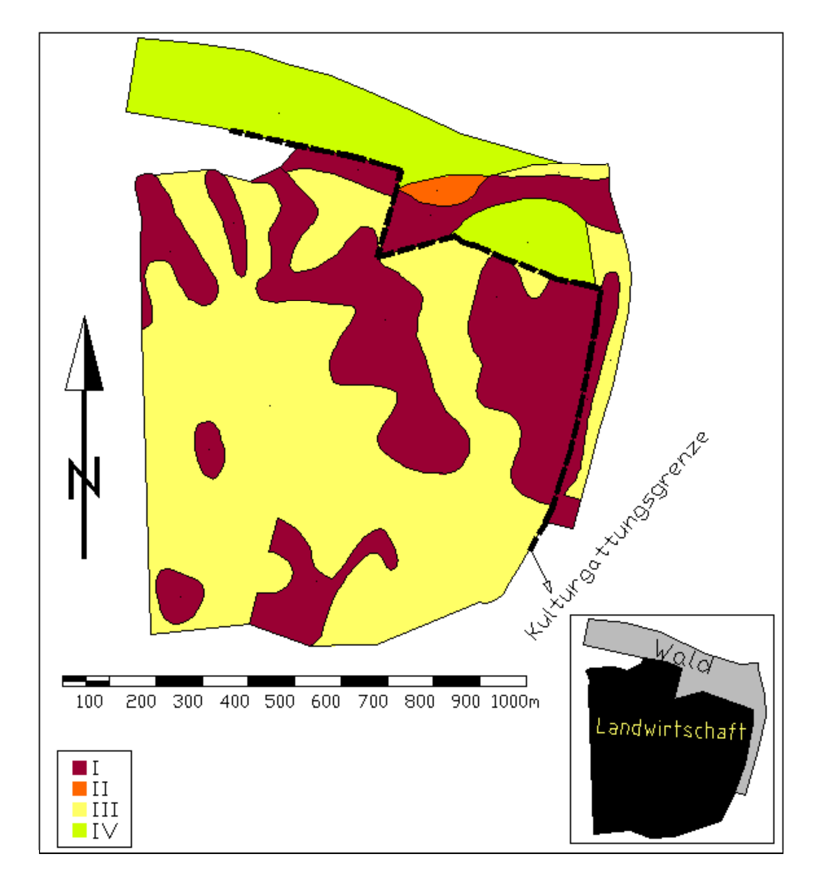
Da im Projektgebiet nur geringe Texturunterschiede festzustellen sind, der Grobskelettanteil der Einheiten nur relativ geringe Variation aufweist und der Gehalt an organischer Substanz niedrig ist, können die Unterschiede im Wasserhaushalt der Standorte über die Gründigkeit klassifiziert werden. Die Klassifikation der Trophie ergibt sich über die Bodentypisierung bzw. das dafür entscheidende Merkmal Präsenz/Absenz von Carbonaten.

Die kombinierte Standorts-/Bodenkarte (*Karte 13*) umfaßt daher 4 Einheiten: Die forstliche Standortseinheit 2 und die Bodenform 12 bilden die Einheit II, die forstliche Standortseinheit 3 und die Bodenform 13 die Einheit III, sowie die forstlichen Standortseinheiten 1 und 4 die Einheiten I und IV.

Die potentielle Erosionsgefährdung durch Wind - bereits bei der ursprünglichen landwirtschaftlichen Bodenkartierung aufgezeigt - ist für die Einheiten III und IV nach der „Bodenkundlichen Kartieranleitung“ (AG BODENKUNDE 1982) „hoch“, bei den Einheiten I und II „mittel“. Die kritische Windgeschwindigkeit (5.5 $m.sec^{-1}$, Beaufort 4), bei der Bodenverwehungen auftreten können, wird im Projektgebiet nicht selten überschritten: Im Zeitraum vom 1.1.1993 bis 31.12.1996 wurden solche Überschreitungen an 225 Tagen (ca. 15 % der Periode) an der Klimastation Gänserndorf der ZMG gemessen.

Geringe Bodengründigkeit und geringe bis mittlere Bodenschwere führen in den Einheiten II und III nach dem Beurteilungsschema von NELHIEBEL (1995) zur Bewertung „Klärschlammausbringung ausgeschlossen“.

Karte 13: Kombinierte Standorts- und Bodenkarte, Projektgebiet Pillichsdorf



Aus forstlicher Sicht sind die Standorte aus mehrerlei Hinsicht als überaus sensibel zu bewerten:

Das gegenwärtig drängendste Problem ist das seit Beginn der 90er Jahre zu beobachtende, von CECH & TOMICZEK (1996) beschriebene Kiefernsterben *(Abbildung 2)*, ein gleichzeitiges Auftreten verschiedener Schadinsekten und –pilze. Es betrifft Teile der sekundären Schwarzkiefernbestände des ca. 2500 ha umfassenden Schutzwaldgürtels, der während der letzten zwei Jahrhunderte vorwiegend zum Erosionsschutz (HAGEN 1997) angelegt wurde. Damit stehen im Projektgebiet Teile der nunmehr 80 bis 100 Jahre alten Bestände zur Wiederaufforstung an.

Standorte wie im Projektgebiet liegen, besonders die Einheiten I und II, sehr nahe der unteren Waldgrenze („hygrische Waldgrenze“), und sind durch das Auftreten lichter, schlechtwüchsiger Wälder bzw. Buschwälder gekennzeichnet. Neben der edaphisch bedingten Wasserknappheit hat eine Reihe trockener Sommer in den 80-er und 90-er Jahren des 20. Jahrhunderts sowie die in Österreich seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts um ca. 1° C angestiegenen Jahresmitteltemperaturen, deren Zusammenhang mit dem „Treibhauseffekt“ in intensiver Diskussion ist (vgl. z.B. KIRCHMEIR et al. 2000) das Problem verschärft. Dazu kommen regionale Grundwasserabsenkungen, wie sie von SCHUME (1992) basierend auf Daten des Hydrographischen Dienstes für Niederösterreich beschrieben werden. Sie werden als eine der Ursachen ebenfalls im Gebiet beobachteten „Eichensterbens“ betrachtet (STARLINGER 1997).

Da auf Standorten wie den vorliegenden das Gefährdungspotential hoch ist, ist die waldbauliche Freiheit im Sinne der Anwendung nutzholzoptimierter Konzepte gering (MÜLLER 1997) und das biotisch und abiotisch begründete Gefährdungspotential durch Baumartenwahl entsprechend den natürlichen Waldgesellschaften zu verringern.

Dem entsprechend wurden im nordöstlichen Teil des Projektgebietes Mitte der 90er Jahre Aufforstungen mit Laubbäumen, die der Zusammensetzung des Standortswaldes näher kommen, (vgl. Tabelle 8) vorgenommen. Die geringe Wasserversorgung der Einheiten I und II lässt die Ausbildung eines Buschwaldes oder lichten Hochwaldes mit den Hauptbaumarten Zerreiche, Flaumeiche, Traubeneiche und Feldahorn, der niederwaldartig oder mittelwaldartig zu bewirtschaften ist, erwarten. Günstiger liegen die Verhältnisse in den Einheiten III und IV, wo eine Hochwaldbewirtschaftung mit Trauben- bzw. Stieleiche sowie Zerreiche und Feldahorn möglich erscheint. Bei der Waldbewirtschaftung kann nur von bescheidenen Renditen ausgegangen werden, womit pflegeextensive Bewirtschaftungsformen (Niederwald) Bedeutung gewinnen. Bei naturnahem Wirtschaften wäre es möglich, Kosten durch Ausnutzen der Naturverjüngung und Vorwaldstadien zu senken.

Die Leistungen des Waldes auf den vorliegenden Standorten liegen vorwiegend im außerwirtschaftlichen Bereich, wie dies auch der Waldentwicklungsplan für das Gebiet mit der Vergabe der Leitfunktion „Schutzfunktion“ bzw. „Windschutzanlage“ dokumentiert.

Bei einer Flächenstillegung im landwirtschaftlichen Bereich wäre besonders auf Einheiten I und II auf Bodendeckung zu achten. Auf natürlichem Weg würden sich vermutlich Trockenrasengesellschaften wie Schwingelrasen (STARLINGER, mündl. Mitt.) einstellen, welche diese Aufgabe erfüllen würden; Aufforstung der im landwirtschaftlichen Sinne geringwertigen Einheiten wäre – im Hinblick auf die äußerst geringe Waldausstattung in Marchfeld und Weinviertel (15 %, HAGEN 1997) zum Schutz der höherwertigen landwirtschaftlichen Standorte in der Region zu empfehlen. Einen sekundären positiven Effekt könnte auch die Erholungswirkung des Waldes darstellen.

3.3 Projektgebiet Irnfritz

Die Flächenanteile der Kulturgattungen haben sich im Projektgebiet seit der Katastralaufnahme 1823 kaum verändert. Die einzige größere Veränderung betrifft die flächenmäßig nicht bedeutende Anlage der Trasse der Franz-Josefsbahn im nördlichen Teil.

Die nächstgelegene Klimastation Japons weist ein langjähriges Jahresmittel des Niederschlags von 596 mm, davon 350 mm in der Vegetationszeit auf. Das Verhältnis von Sommer- zu Winterniederschlägen beträgt 2.5:1. Das langjährige Jahresmittel der Temperatur beträgt 6.9°C, mit einem langjährigem Julimittel von 16.4°C.

Den geologischen Untergrund des Gebietes bildet die Irnfritz-Radessner Sand- und Schotterfläche, die vermutlich aus dem Miozän stammt, sowie Bittescher Gneis und granitischer Orthogneis mit Amphibolitlagen des Moravikums (FUCHS et al. 1984). Im wesentlichen folgt die Kulturgattungsgrenze der Abgrenzung der geologischen Einheiten, wobei die landwirtschaftlich genutzten Flächen auf Moravikum gelegen sind , während die Irnfritz-Radessner Sande und Schotter nur wenige Zehnermeter über die Waldfläche hinaus reichen.

Die mit der Bodentiefe rasch zunehmende Bodenschwere *(Karte 16)* des miozänen, lehmigen Sand- und Schottermaterials führt im Gebiet großflächig zu Tagwasser-Stauerscheinungen. Dem entsprechend wurden auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche mehrere Bodenformen

(Bodenformen 31-33) mit dem Bodentyp Relikt-Pseudogley, in den Waldflächen Pseudo- und Stagnogleye bzw. Gleye aus Reliktlehm (Decklehm) kartiert (Standortseinheiten 2-4). Beide Kartierungen berücksichtigen damit auf unterschiedliche Weise die vermutlich voreiszeitliche Bodenbildung.

Auf kleineren Flächenanteilen bilden die Gneise der Böhmischen Masse das bestimmende Substrat der Bodenbildung (Bodenformen 16, 17, 19, 20, 21; Forstliche Standortseinheit 1). Die Bodenart ist hier sehr leicht, bei Einmischung von kolluvialem Material mit höheren Lehmanteilen leicht, und weist einen höheren Grobanteil aus. Der Tagwasserstau tritt zurück, entsprechend entwickelten sich Braunerden. Sie treten vorwiegend, aber nicht ausschließlich auf den etwas stärker geneigten Hängen des Gebietes auf (*Karten 14 und 15*). Sehr kleinräumig treten mit den Braunerden assoziiert Ranker auf.
Im Projektgebiet wurden die in Tabellen 12 und 13 angeführten Standortseinheiten und Bodenformen klassifiziert (räumliche Verteilung vgl. *Karte 14*). Die Ergebnisse der Zusammenführung von Bodenformen und Klassenflächen, sowie die bestimmenden Merkmale der Klassenflächen im Projektgebiet zeigt Tabelle 14.

Tabelle 12: Forstliche Standortseinheiten im Projektgebiet Irnfritz

Nummer	Name der Standortseinheit
1	Fichten-Tannen-Buchen-Traubeneichenwald auf flachen Sonnhängen mit Braunerde und Solifluktionsmaterial
2	Fichten-Tannen-Buchen-Stieleichenwald mit Decklehm (wechseltrockener Pseudogley)
3	Fichten-Tannen-Buchen-Stieleichenwald auf Plateaus und Schatthängen mit Stagnogley (wechselfeucht)
3a	Fichten-Tannen-Buchen-Stieleichenwald auf Schatthängen (trockener und steiler)
4	Schwarzerlenbachau

StE	**Wasser**	**Trophie**	**Relief**	**Substrat**	**Bodentyp**	**Bodenart**	**Gründigkeit**	**Grobanteil**	**Standortswald**
1	mf-f	oligotroph	Flachhänge	Solifluktionsschutt (Granit, Gneis)	(kolluviale) Braunerde	lS	mg	sehr hoch	Fi-Ta-Bu-TrEwald
2	wt (f)	mesotroph	Plateaus, Flachhänge	Reliktlehm	Pseudogley	L – tL	mg – tg	gering	Fi-Ta-Bu-StEwald
3	wf (sf)	mesotroph	Plateaus, Flachhänge	Reliktlehm	Stagnogley	L – tL	mg - tg	gering	Fi-Ta-Bu-StEwald
3a	sf	mesotroph	Hänge	Reliktlehm	Stagnogley	L – tL	mg - tg	gering	Fi-Ta-Bu-StEwald
4	naß	mesotroph-eutroph	Unterhänge, Gräben	Reliktlehm, Solifluktionsschutt	Gley	L – tL	tg	gering	SEr-Wald

Abkürzungen: StE – forstliche Standortseinheit, sf – sehr frisch, f – frisch, mf –mäßig frisch, wt – wechseltrocken, wf - wechselfrisch; tL – toniger Lehm, L – Lehm; tg – tiefgründig, mg – mittelgründig; Fi - Fichte; Ta – Tanne, Bu – Buche, TrE – Traubeneiche, StE – Stieleiche, SEr – Schwarzerle.

Tabelle 13: Bodenformen und deren Merkmale; Projektgebiet Irnfritz

16	carbonatfreie Felsbraunerde und Ranker aus kristallinem Gestein
17	carbonatfreie Felsbraunerde aus aufgemürbten, kristallinen Schiefergesteinen (Gneis)
19	carbonatfreie Felsbraunerde aus aufgemürbten, kristallinen Schiefergesteinen (Gneise, Phyllite, Amphibolite)
20	carbonatfreie, z.T. kolluvial beeinflußte Felsbraunerde aus aufgemürbten, kristallinen Schiefergesteinen (Gneis)
21	schwach vergleyte, carbonatfreie Felsbraunerde aus vorwiegend feinem, kristallinem Verwitterungsmaterial, kolluvial beeinflußt
31	Reliktpseudogley aus altem, kristallinem Verwitterungsmaterial
32	Reliktpseudogley aus altem, kristallinem Verwitterungsmaterial
33	Reliktpseudogley aus altem, kristallinem Verwitterungsmaterial

BF	**Bodenschwere**	**Tiefe**	**Krume**	**Wasser**	**Relief**	**Natürlicher Bodenwert**	**Sons-tiges**
16	l (m) 2/l (m) (g) 1/V	sg	sk	tt	e - h1, R	gw A	EA
17	ll - l 5/V	mg	mk	tt	h2-h3, OH, MH	gw A	EA
19	ll - l 2/ll – l (m) (g) 4/V	mg	sk - mk	mt	h1, OH, MH	mw A	
20	l 3/l (g) 6/V	tg	mk	mt	e – h1, UH, M	mw A	
21	l - m 3/ m –s 4/s	tg	tk	gv	e-h1, UH, M	hw A, mw G	
31	l - m 2/m - s 3/s (m)	tg	sk – mk	w	e – h1, RD, R, OH, MH	gw A, mw G	
32	l – m 2/m 3/m - s (ss)	tg	sk – mk	w	e – h1, RD, R, OH, MH	mw A, mw G	
33	l (m) 3/m (s) 5/s (m)	tg	mk	wf	e – h1, MH, UH	mw A, hw G	

Abkürzungen: BF – Bodenform; ll –sehr leicht, l –leicht, m – mittel, s – schwer, ss – sehr schwer; g – mit hohem Grobanteil; Arabische Ziffern: Mächtigkeit des Stratums in dm;
sg – seichtgründig, mg – mittelgründig, tg – tiefgründig;
sk – seichtkrumig, mk – mittelkrumig, tk – tiefkrumig;
tt – sehr trocken, mt - mäßig trocken, gv – gut versorgt, w – wechselfeucht; wf – wechselfreucht, überwiegend feucht;
e – eben bis schwach geneigt, h1 – leicht hängig bis hängig, h2 – stark hängig, h3 – steilhängig; OH – Oberhang, MH – Mittelhang, UH – Unterhang, RD – Riedel, R – Rücken, M – Mulde, R – Rücken;
A – Ackerland, G – Grünland; hw – hochwertig, mw – mittelwertig, gw – geringwertig;
EA – Erosionsgefahr durch Abschwemmung;
Klammerausdrücke: zum (kleinen) Teil

Tabelle 14: Zusammenführung von Bodenformen der landwirtschaftlichen Bodenkartierung mit Klassenflächen und Bodentypenerhebung der Österreichischen Bodenschätzung im Projektgebiet Irnfritz

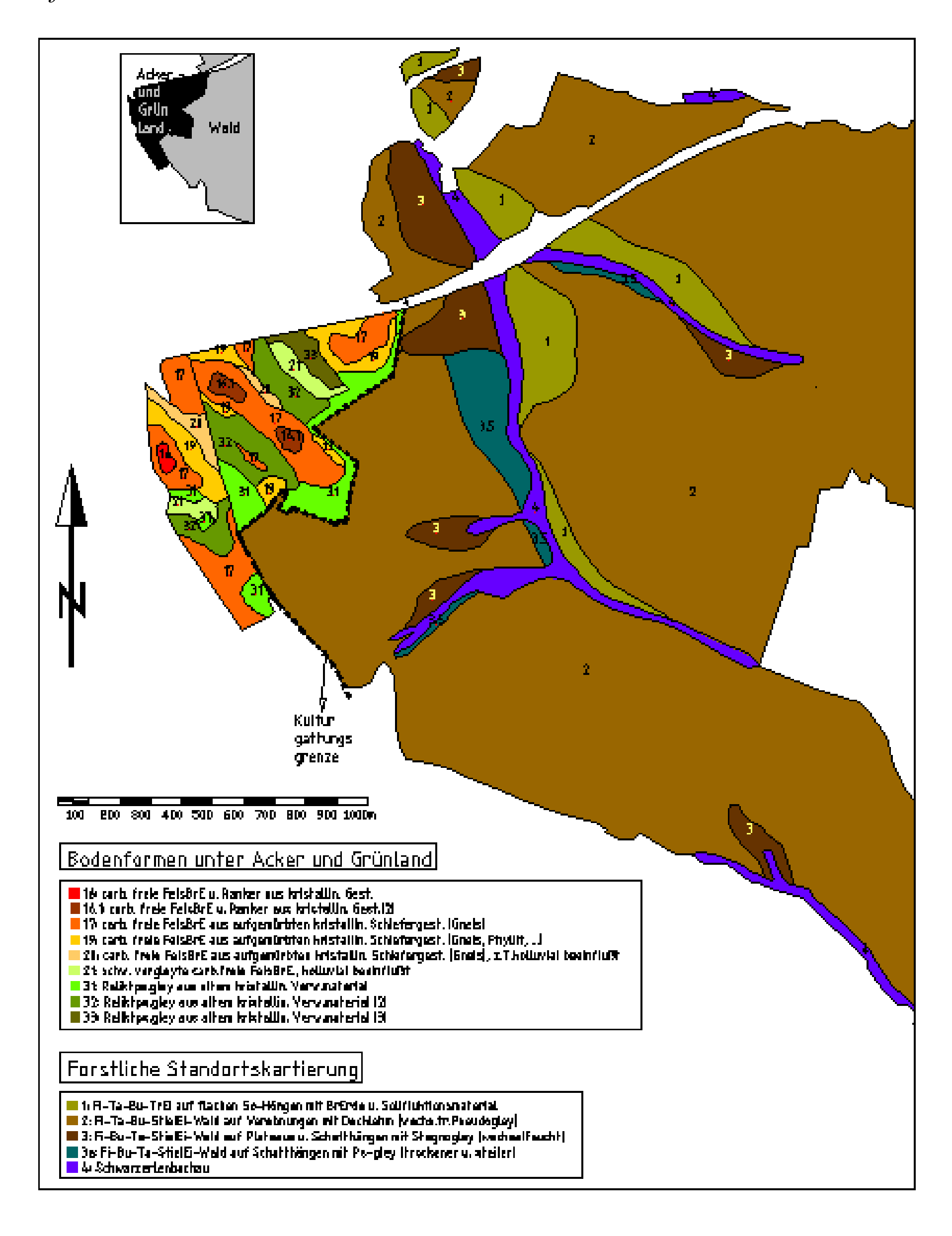
Bodenform der lw. Bodenkartierung	Bodenschätzung – Klassenflächen			
	Nr.	**Bodenformel**	**Wertzahlen**	**Bodentyp**
16	200	Sl/Gz 5 V	18/17	verbraunter Ranker
	211	Sl/Gz 5 V	19/18	saure Felsbraunerde
	219	Sl/Gz 5 V	18/16	saure Felsbraunerde
17	178	Sl/Gz 4 V	24/23	Felsbraunerde
	Sf		24/20	Felsbraunerde
	193	Sl/Gz 4 V	23/21	Felsbraunerde
	201	Sl/Gz 4 V	24/22	Felsbraunerde
	206	Sl/Gz 4 V	25/23	Felsbraunerde
	209	Sl/Gz 4 V	25/23	Felsbraunerde
	220	Sl 5 V	24/23	Felsbraunerde
	228	lS/Gz 5 V	24/22	Felsbraunerde
	229	Sl 5 V	22/21	Felsbraunerde
19	191	lS/Gz 4 V	34/32	Felsbraunerde
	210	lS/Gz 4 V	33/31	Felsbraunerde
	217	lS/Gz 4 V	32/30	Felsbraunerde
	Sf		32/25	Felsbraunerde
	225	SL/Gz 5 V	34/32	Felsbraunerde
	230	lS/Gz 4 V	32/30	Felsbraunerde
20	192	lS 4 D	42/40	Lockersediment-Braunerde
	213	lS 4 D	41/38	Lockersediment-Braunerde
21	184	lS 4 D	43/39	Lockersediment-Braunerde
	227	SL 4 D	48/47	Lockersediment-Braunerde
	Sf		48/42	Lockersediment-Braunerde
31	174	L/T IV b 3	32/30	Typischer Gley
	177	lS/Gz, T 5 Dg	28/25	Typischer Pseudogley
	Sf		28/22	Typischer Pseudogley
	185	lS/Gz, T 5 D	27/23	Typischer Pseudogley
	190	SL/LT 6 D	35/30	Typischer Pseudogley
	216	SL/LT 6 D	33/30	Typischer Pseudogley
	Sf		33/26	Typischer Pseudogley
	218	L/T IV c 3	28/22	Typischer Gley
	Sf a		28/27	Typischer Gley
	221	lS/Gz, T 5 Dg	28/26	Typischer Pseudogley
	222	SL/T 6 D	32/28	Typischer Pseudogley
	231	L/T IV c 3	27/22	Typischer Gley
	232	sL/LT 6 D	40/36	Typischer Pseudogley
	Sf		40/29	Typischer Pseudogley
32	182	SL/LT/Gz 5 D/V	36/33	Typischer Pseudogley
	183	SL/LT 5 D	39/35	Typischer Pseudogley
	212	SL/LT, Gz 5 D/V	37/34	Typischer Pseudogley
	KlA 215		35/32	Typischer Pseudogley
	214	sL/LT 6 D	42/38	Typischer Pseudogley
	223	sL/LT 6 D	40/36	Typischer Pseudogley

Tabelle 14 (Fortsetzung)

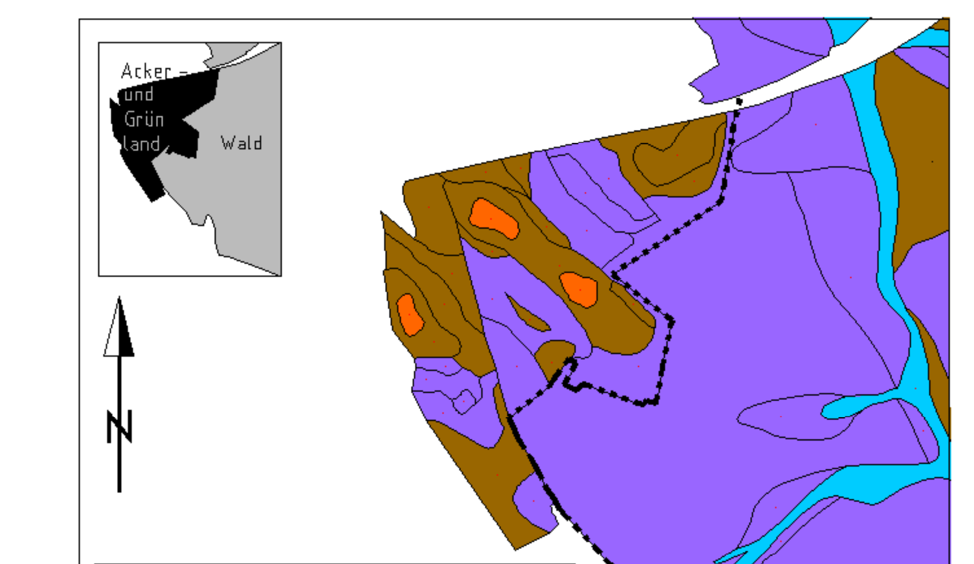
32	226	SL/LT, Gz 5 D/V	35/33	Typischer Pseudogley
		Sf	35/29	Typischer Pseudogley
33	224	sL/LT 5 D	49/45	Typischer Pseudogley

Abkürzungen: Sf – Sonderflächen: Flächen, deren Merkmale geringfügig von der Hauptfläche abweichen, D - Diluvialböden, Dg – Diluvialböden mit starkem Steingehalt in der Krume; S - Sand, Sl – anlehmiger Sand, lS – lehmiger Sand, SL – stark sandiger Lehm, sL – sandiger Lehm, L – Lehm, LT – toniger Lehm, lehmiger Ton, T - Ton; 1-7 Zustandsformen Ackernutzung, I-V Zustandsformen Grünlandnutzung; 77/78 - Bodenzahl- bzw. Grünlandgrundzahl (= Wertzahl nach Berücksichtigung von Klima, Relief u.a.); Gz – Gesteinszersatz;

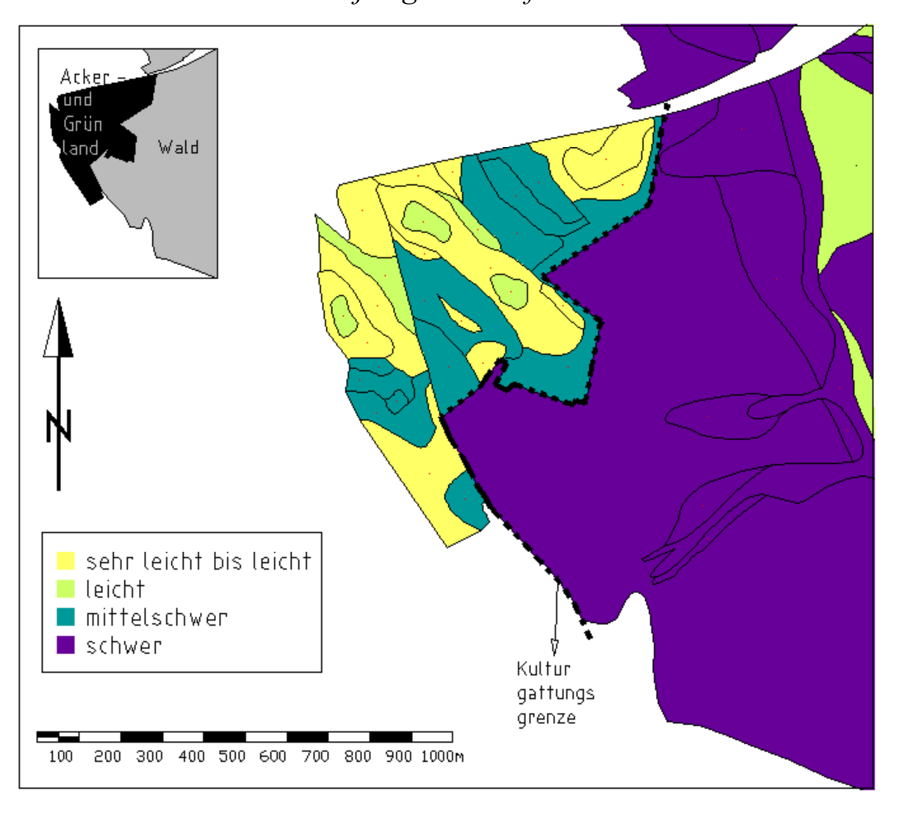
Karte 14: Forstliche Standortseinheiten und landwirtschaftliche Bodenformen, Projektgebiet Irnfritz



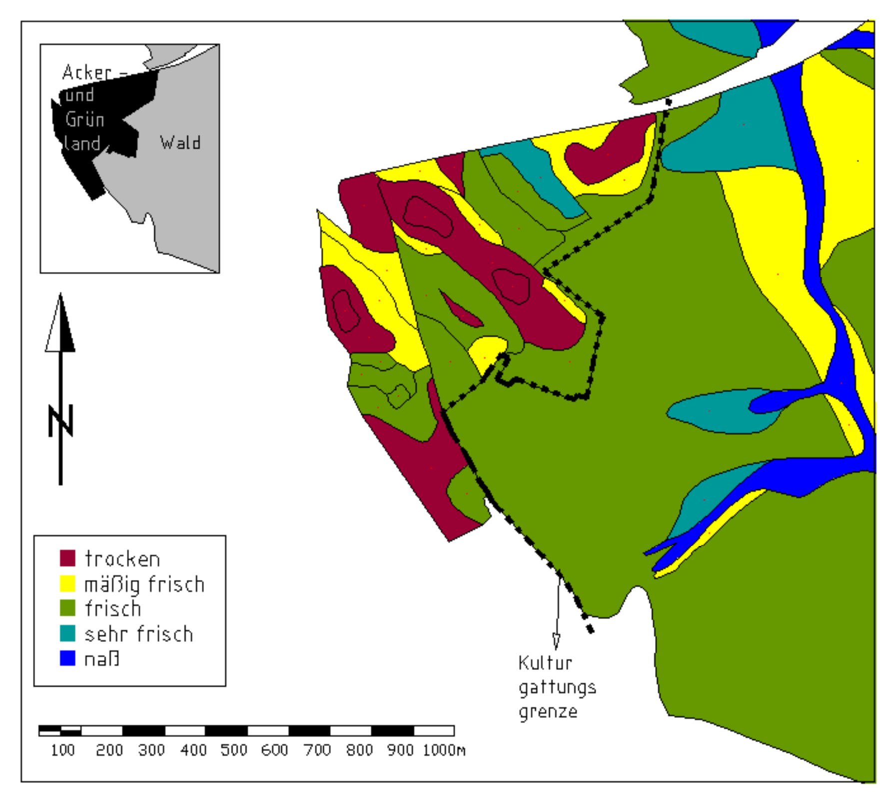
Karte 15: Bodentypen im Projektgebiet Irnfritz



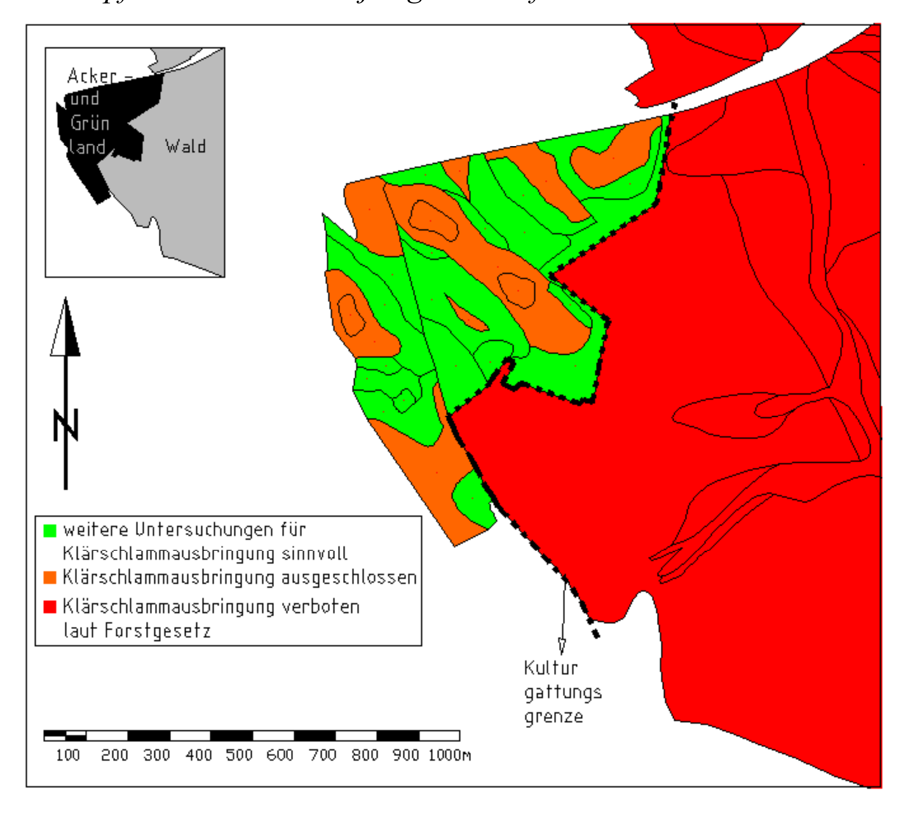
Karte 16: Bodenschwereklassen im Projektgebiet Irnfritz



Karte 17: Wasserhaushaltsstufen im Projektgebiet Irnfritz



Karte 18: Bodenempfindlichkeit im Projektgebiet Irnfritz



JELEM (1976) gibt für die Leitprofile der Forstlichen Standortseinheiten 1 und 3 die in Tabelle 14 angeführten chemischen Charakteristika an. Zwischen den Bodentypen bzw. Substraten ergeben sich nach diesen Analysen allenfalls geringfügige Unterschiede.

Tabelle 15: Chemische Kennwerte des Mineralbodens der Forstlichen Standortseinheiten 1 und 3, Projektgebiet Irnfritz [%]

Standortseinheit 1								
Horizont	pH-Wert	C_{org}	N_{tot}	C/N	CaO	MgO	K_2O	P_2O_5
Ah	4.0	26.0	0.25	25	0.10	0.05	0.27	0.11
Bv	3.8	6.0	0.04		0.10		0.36	0.07
Standortseinheit 3								
A	3.6	11.0	0.50	22	0.15	0.10	0.25	0.10
B	3.4				0.05		0.25	0.06
G	3.6				0.10	0.25	0.49	0.06

DANNEBERG (1995) gibt aus dem Datenbestand der Niederösterreichischen Bodenzustandsinventur für die im Projektgebiet auftretenden Bodentypen und Substrate folgende chemische Charakteristika:

Tabelle 16: Chemische Merkmale von Braunerden auf Schiefern, Gneisen und Marmoren der Böhmischen Masse sowie von Reliktpseudogleyen auf altem kristallinem Verwitterungsmaterial; DANNEBERG (1995)

Braunerden							
Tiefenstufe	n	5-Perzentil			Median		
		pH-Wert	Carbonat-gehalt [%]	V-Wert [%]	pH-Wert	Carbonat-gehalt [%]	V-Wert [%]
0-20 cm	81	4.4	0	70.7	5.5	0	98.1
20- 40 cm	39	4.4	0	67.4	5.5	0	98.6
40-50 cm	38	4.4	0	47.3	5.5	0	98.8
Relikt-Pseudogleye							
0-20 cm	39	4.4	0	81.8	5.6	0	97.6
20- 40 cm	22	4.6	0	90.2	5.3	0	98.1
40-50 cm	22	4.7	0	92.7	5.2	0	98.4

Auch bei diesen Analysen, die allerdings nicht für das Projektgebiet spezifisch sind, treten nur relativ geringe Differenzen zwischen den Bodentypen bzw. Substraten auf. Eine Ausnahme bildet das 5-Perzentil der Basensättigung (V-Wert).

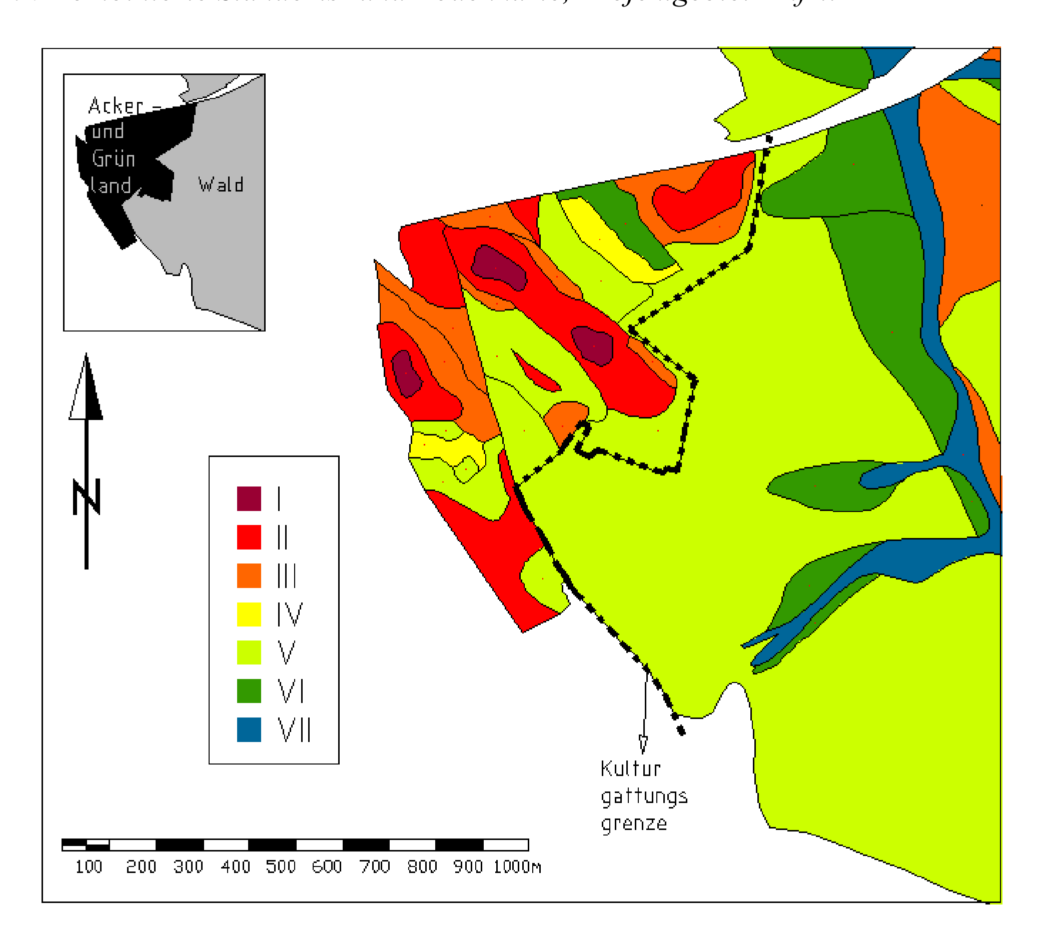
Bei der Zusammenführung von Forstlichen Standortseinheiten und landwirtschaftlichen Bodenformen bietet sich wiederum der Wasserhaushalt als Klassifikationsmerkmal an, der primär über die Merkmale Gründigkeit und Bodenart (Substrat) gefasst werden kann. Im Bereich der trockenen bis mäßig trockenen Standorte kann zusätzlich über die Trophie, die indirekt über Relief, Hangneigung und Gründigkeit eingestuft wird, gegliedert werden. Einen Überblick über die Standortsgliederung der kombinierten Standorts- und Bodenkarten gibt Tabelle 17.

Tabelle 17: Zusammenführung der landwirtschaftlichen Bodenformen und Forstlichen Standortseinheiten im Projektgebiet Irnfritz

Einheit	I	II	III	IV	V	VI	VII
Forstliche Standorts-einheit			1		2	3, 3a	4
Landwirtschafliche Bodenform	16	17	19, 20	21	31, 32	33	
Wasserhaushaltsstufe	trocken	trocken	m. frisch	frisch	frisch	sehr frisch	naß
Trophiestufe	oligo-troph	oligotroph - mesotroph	oligotroph – mesotroph	meso-troph	meso-troph	meso-troph	mesotroph - eutroph

m. – mäßig

Karte 19: Kombinierte Standorts- und Bodenkarte, Projektgebiet Irnfritz



Im Gebiet tritt der seltene Fall ein, dass Einheiten höheren Potentials (V, VI) vorwiegend unter forstlicher Nutzung stehen, einige nach der Bodenschätzung geringer bewertete jedoch landwirtschaftlich genutzt werden (Einheiten I, II; d. s. Bodenformen 16, 17 in Tabelle 17). Gründe dafür mögen in der Siedlungsferne dieser Flächen liegen, aber auch in der Beliebtheit leichter Böden für die ackerbauliche Nutzung.

Noch in den 70er Jahren wurde das Waldgebiet als forstliches Problemgebiet betrachtet und war Gegenstand eines Waldsanierungsprojektes der Niederösterreichischen Landeslandwirtschaftskammer. Dies war auch der unmittelbare Anlass zur Erstellung der vorliegenden Forstlichen Standortskarte.

Besonders die Bestände der Einheiten III und V werden von JELEM (1976) als sekundär von Rotkiefern dominiert beschrieben. Die Dominanz dieser Lichtbaumart weist darauf hin, dass durch historische Nutzungen wie Plünderwaldwirtschaft und Waldweide sehr lichte Vorbestände entstanden waren, die der Rotkiefer gute Verjüngungsmöglichkeiten boten. Die schlechte Umsetzung der Kiefernstreu sowie die weithin durchgeführte Streunutzung führte zu den von JELEM (1976) beschriebenen Degradationserscheinungen (Rohhumusbildung, (Ober)Bodenversauerung, Verschiebung des Artenspektrums in der Bodenvegetation). Das einzige direkt vergleichbare Wertepaar der Bodenanalysen (Tabellen 15 und 16) – der pH-Wert – weist mit beinahe 1 Stufe Unterschied zwischen dem 5-Perzentil landwirtschaftlicher Flächen und denjenigen unter forstlicher Nutzung auf die versauernde Wirkung von Nährstoffentzug aus dem Wald einerseits und dauernde Aufbasung durch landwirtschaftliche Düngung andererseits hin.

Im Bereich der Einheit VI fehlte die Tanne als wichtige unterbodenerschließende Mischbaumart.

Zentrale Rolle bei Waldsanierungsprojekten der 70-er Jahre nahmen Walddüngung und Begünstigung der Fichte ein. Demzufolge sind die Bestände aktuell fichtendominiert. Auf den stauwasserbeeinflussten Böden ist zur Hebung der langfristigen Betriebssicherheit und Stabilität die Einbringung von Tanne, Buche und Eiche wesentlich.

Bei den aktuellen wirtschaftlichen Bedingungen böte sich eine Aufforstung der Grenzertragsböden vor allem im Bereich der Einheiten I und II an, die auch als die empfindlichsten Böden des Projektgebiets ausgewiesen werden *(Karte 17)*. Der Gefahr der Bodenabschwemmung (vgl. Tabelle 13) könnte durch Bodendeckung der forstlichen Vegetation begegnet werden. Als potentielle natürliche Waldgesellschaft kann auf diesen flach- bis mittelgründigen Braunerde-Standorten ein *Luzulo-Fagetum* erwartet werden. Bei der Baumartenwahl bieten sich für Einheit I und II somit die Buche, die Fichte und mit Einschränkungen die Tanne an Im flachgründigsten Bereich und im Übergang zu Rankern ist die Rotföhre in Betracht zu ziehen. Eine geeignete Nutzung bietet sich auch die Anlage von Christbaumkulturen. Hier wäre die Douglasie sehr gut geeignet, wird jedoch aufgrund ihrer weichen Zweige als Christbaum (GRUBER, mündl. Mitteilung) nur selten verwendet. Von den häufig vermarkteten Arten erscheint die Blaufichte (*Picea pungens glauca*) am geeignetsten.

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Für die vorliegende Arbeit wurde ein Verfahren zur kombinierten Auswertung der Kartierungswerke von landwirtschaftlicher Bodenkartierung, Bodenschätzung und Forstlicher Standortskartierung entwickelt und in drei etwa 100 bis etwa 500 ha großen Gebieten angewendet.

Die Kombination der Karteninhalte ist infolge der umfassenden Beschreibung der Klassifikationsmerkmale der Bodenformen, Klassenflächen und Standortseinheiten prinzipiell relativ rasch durchführbar. Ein wesentlicher Grund für die gewählte Vorgangsweise ist in dem Ziel begründet, die Vielzahl von Einzeldaten, welche die jeweils kartierten Befundeinheiten bestimmen und beschreiben, direkt zuordenbar und damit verfügbar zu halten.

Inhaltliche Unschärfen und vermehrter Arbeitsaufwand ergeben sich bei der Kombination jener Standortsmerkmale bzw. Standortsfaktoren (Bodenart bzw. Wasserhaushalt), bei welchen die meist in Form von Ordinalskalen vorliegenden Bewertungen in den einzelnen Kartierungsverfahren unterschiedlich gefasst sind. Da in der österreichischen Bodenkunde (im Gegensatz etwa zur deutschen Bodenkartierung) die Geländeeinschätzung des Wasserhaushaltes von Standorten nur ungenügend formalisiert ist, ergibt sich hier ein unbefriedigend großer Interpretationsspielraum. Im vorliegenden Fall wurde versucht, diese Unsicherheit durch gemeinsame Feldbegänge der einzelnen Projektflächen abzuschwächen.

Ein sehr hoher Aufwand resultierte aus dem Faktum, dass beinahe alle hier präsentierten Informationen nur in analoger Form vorlagen. Daher konnten Präzisierungen und Veränderungen, wie sie etwa bei der Forstlichen Standortskartierung in Zuge der Neufassung oder Neubenennung von Pflanzengesellschaften auftraten, innerhalb der Kartierungswerke nur ungenügend nachgeführt werden. Der technische Aufwand, Kartierungen, die auf unterschiedlichem und unterschiedlich altem Grund-Kartenmaterial basieren, in einer digitalen Karte zu kombinieren, erwies sich als sehr hoch.

Schließlich führt die analoge Kartendarstellung komplexer Befundeinheiten *de facto* zu einer Beschränkung des potentiellen Benutzerkreises der Kartierungswerke, da an sich erhobene Einzelinformationen (etwa zur Darstellung von Einzelmerkmalen in Form von Themenkarten, vgl. z.B. Bodenempfindlichkeitskarten) aus der kartierten Befundeinheit nur mit zusätzlichem Aufwand herauslösbar sind. Daraus ergibt sich für die Boden- und Standortskartierung die Notwendigkeit, die Möglichkeiten geographischer Informationssysteme zu nutzen, um räumlich explizite Informationen rasch und einfach verfügbar zu halten bzw. sie mit Informationssystemen anderer Fachgebiete vernetzen zu können. Dieser Notwendigkeit entsprechen derzeit am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft (digitale Bodenkarte) und am Institut für Forstökologie der Forstlichen Bundesversuchsanstalt laufende Projekte sowie die Digitalisierung der Bodenschätzungsergebnisse durch die Finanz- und Vermessungsbehörden.

Die vorliegende Arbeit bestätigt auch, dass auf Grundlage von überprüften Bodenschätzungsergebnissen die Bodenkartierungsergebnisse aktualisiert und in ihrer Lagegenauigkeit grundlegend verbessert werden können. Des Weiteren können durch die Bodenschätzungsergebnisse die Bodenformen in ihre Teileinheiten aufgegliedert werden. Die Kombination beider Bodenaufnahmesysteme ergibt somit eine umfassende, lagegenaue, bodenkundliche Information über die landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Bei der Auswertung aller drei Projektgebiete wurde implizit davon ausgegangen, dass der in der Einleitung zu dieser Arbeit beschriebene Trend der letzten Jahre anhält – nämlich konti-

nuierliche Abnahme der Flächen unter landwirtschaftlicher Nutzung und des bewirtschafteten Grünlandes. Es wurde daher untersucht, welche derzeit landwirtschaftlich genutzten Flächen innerhalb der Projektgebiete im Rahmen einer Gesamtplanung vorteilhafterweise außer Nutzung zu nehmen bzw. aufzuforsten wären oder sich für die Anlage von Spezialkulturen (wie etwa Christbaumkultur) anböten. Da das Österreichische Forstgesetz 1975 eine Aufforstungspflicht vorsieht, wurden für die aktuellen Waldflächen innerhalb der Projektgebiete etwa mögliche alternative Nutzungsarten nicht in Betracht gezogen.

Durch die Kombination der Standorts- und Bodenkarten konnten jeweils für das gesamte Projektgebiet aufgrund der vorliegenden (Standorts)Informationen kulturgattungsübergreifende Bewertungen von Umweltrisiken, des menschlichen Einflusses und Veränderungen durch die Bewirtschaftung(sgeschichte) vorgenommen werden.

Danksagung

Die Autoren danken Herrn DI F. Starlinger für seine stete Bereitschaft zur Diskussion, für wertvolle Hinweise zum Thema und das Korrekturlesen, Herrn DI H. Margl für die ermöglichte Einsichtnahme in die Manuskriptkarte zur Forstlichen Standortskartierung Orth und Herrn DI W. Ruhm für die Erlaubnis zur Verwendung der Manuskript-Bodenkarte des Raumes Pillichsdorf. Dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Abt. V5 und Katastralmappenarchiv) wird für die zur Verfügungstellung von Bodenschätzungkarten im Maßstab 1:5.000 und für Auskünfte zur Flächenverteilung von Kulturgattungen und Nutzungen im 19. Jh. gedankt.

5 Literatur

ACKERSCHÄTZUNGSRAHMEN 1980: *Formblatt Lager-Nr. Bo 1. FLD f. Wien, Niederösterreich und BGLD.* Österr. Staatsdruckerei L61 31460.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 1988: *Bericht über den Zustand der Tiroler Böden.* Amt d. Tiroler LReg. Innsbruck, 198 S.

ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 1996*: Forstliche Standortsaufnahme. Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen.* 5. Auflage, Eching.

AUTODESK DEVELOPMENT S.A.R.L. 1999: *Benutzerhandbuch zu AutoCADMap 2000, Release 4*. Neuchâtel.

BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT 1967: *Arbeitsanweisung zur Durchführung der Bodenkartierung.* BA f. BW, WIEN, 280 S.

AG BODENKUNDE 1982: *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 3. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, 331 S.

BRANDNER F. 1976: *Erläuterungen zur Bodenkarte 1 : 25.000, KB Wolkersdorf.* BMLF, Wien.

CECH T. & TOMICZEK C. 1996: *Zum Kiefernsterben in Niederösterreich.* Forstschutz aktuell 17/18: 12-14.

DANNEBERG O. H. 1995: *Chemische und physikalische Eigenschaften von Bodeneinheiten der landwirtschaftlich genutzten Fläche Niederösterreichs.* Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 52:13-92.

DE LORENZO 1818: *Hydrotechnische Karte. Reproduktion im Maßstab 1:50.000*. In: MARGL H. (ohne Jahr): *Naturschutz am Scheideweg zwischen statischer und dynamischer Auffassung*. Schriftenreihe Ökologie 1, DOKW AG, 16 S.

ENGLISCH M., KILIAN W. & STARLINGER F. 2001: *Forstliche Standortskartierung in Österreich*. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges. H. 62, Wien.

ENGLISCH M., PECINA E., WANDL M., KARRER G., DANNEBERG O. & KILIAN W. 1999: *Vergleich der landwirtschaftlichen Bodenkarte und der forstlichen Standortskarte des Reviers Sommerein, Nördliches Leithagebirge*. BFL-Bericht, 15 S.

ENGLISCH M. & KILIAN W. (Hrsg.) 1998: *Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich*. FBVA-Berichte 104, 112 S.

FINK J., 1969: *Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs*. Mitt. ÖBG 13, 1-94.

FRANZ H. 1961. *Die Böden Österreichs. In: Exkursionen durch Österreich*. Mitt. ÖBG 6, 5-20.

FUCHS G., HÖCK V., KUPKA E. MÜLLER G., STEININGER F. 1984: *Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 20 (Gföhl).* GBA Wien.

FUCHS W. & GRILL R. 1984: *Geologische Gebietskarte der Republik Österreich*. Wien und Umgebung 1:200.000, GBA Wien.

HAGEN R. 1997: Wald an der unteren Kampfzone – der Kampf zwischen Wald und Steppe. In: MÜLLER F. (HRSG.): *Waldbau an der unteren Waldgrenze*. FBVA-Berichte 95, S. 13-14.

HARLFINGER O. & KNEES G. 1999: *Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung*. Mitt. ÖBG 58, 196 S.

HOFER G. 1990: *Erläuterungen zur Bodenkarte 1 : 25.000, KB Horn*. BMLF, Wien.

JELEM H. 1974: *Die Auwälder der Donau in Österreich*. Mitt. FBVA 109, 288 S.

JELEM H. 1976: *Die Wälder im Mühl- und Waldviertel. Wuchsraum 1*. Mitt. FBVA 117, 164 S.

KIRCHMEIR H., JUNGMEIER M., HERZOG E. & GRABHERR G. 2000: *Der Wald im Klimawandel. Nachhaltige Waldentwicklung im sommerwarmen Österreichs.* Fonds zur Eerhaltung der natürlichen Ressourcen Österreichs und Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Klagenfurt, 256 S.

LANDESLANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERÖSTERREICH (FORSTABTEILUNG) & FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1969: *Forstliche Standortskarte der Waldpflegegemeinschaft Irnfritz.* LLWK NÖ u. FBVA, Wien.

LYR H., FIEDLER H.-J. & TRANQUILLINI W. (Hrsg.) 1992: *Physiologie und Ökologie der Gehölze.* Gustav Fischer Verlag, Jena-Stuttgart, 432 S.

MARGL H. 1972: *Die Ökologie der Donauauen und ihre naturnahen Waldgesellschaften*. in: EHRENDORFER F., KALTENBACH A., NIKLFELD H. & STAHRMÜHLNER F. (HRSG.): *Die Naturgeschichte Wiens*, Band 2, Jugend & Volk, Wien, 675-706.

MUCINA L., GRABHERR G. & WALLNÖFER S. (Hrsg.) 1993. *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III. Wälder und Gebüsche.* G. Fischer, Jena.

MÜLLER F. 1973: *Forstliche Standortskarte Orth an der Donau, FBVA Wien.*

MÜLLER F. 1997: *Waldbauliche Strategien für das pannonische Hügel- und Tiefland bei dich ändernden Umweltbedingungen*. In: MÜLLER F. (HRSG.): *Waldbau an der unteren Waldgrenze*. FBVA-Berichte 95, S. 117-123.

NELHIEBEL P. 1995: *Einsatzmöglichkeiten von Bodenkarten bei der Ausbringung von Siedlungsabfällen (besonders von Klärschlamm*. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 29: 127-134.

NESTROY O, O.H. DANNEBERG, M. ENGLISCH, A. GEẞL, E. HERZBERGER, W. KILIAN, P. NELHIEBEL, E. PECINA, A. PEHAMBERGER, W. SCHNEIDER UND J. WAGNER 2000*: Systematische Gliederung der Böden Österreichs*. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 60, 1-99.

NOBILIS F. & WEILGUNI V. 1997: *Trockenperioden im Pannonischen Tief- und Hügelland*. In: MÜLLER F. (HRSG.): *Waldbau an der unteren Waldgrenze*. FBVA-Berichte 95, S. 21-30.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT [HRSG.] 1989: ÖNORM L 1061.

PEHAMBERGER A. 1998: *50 Jahre Österreichische Bodenschätzung*. Mitt. ÖBG 56: 69-78.

POLSTER H. 1957: *Transpirationsintensität und Wasserbedarf von Pappelklonen*. In: Beiträge zur Pappelforschung II. Wiss. Abh. 27. Deut. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin: 99-147.

RUHM W. (unpubl.): *Bodenkarte zum Aufforstungsprojekt Pillichsdorf-Reuhof*. Manuskript.

SCHNEIDER W. & DANNEBERG O.H. 1991: *Zum Chemismus einiger Böden des Marchfeldes und zur Streuung einiger bodenchemischer Parameter*. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H 44: 35-112.

SCHNEIDER W., NELHIEBEL P., AUST G., WANDL M. & DANNEBERG O.H. 2001: *Die landwirtschaftliche Bodenkartierung in Österreich.* Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges. H. 62, Wien.

SCHUME H. 1992: *Vegetations- und Standortskundliche Untersuchungen in Eichenwäldern des nordöstlichen Niederösterreich unter Zuhilfenahme multivariater Methoden*. FIW-Forschungsbericht 1992/3, Österr. Ges. Waldökosystemforschung und experiment. Baumforschung, Wien, 138 S.

SCHWARZECKER K. & TAFERNER H. 1972: *Erläuterungen zur Bodenkarte 1 : 25.000, KB Groß Enzersdorf*. BMLF, Wien.

SOÓ R. 1943: *A nyirségi erdök a növényszövetkezetek rendszerében. (Die Wälder des Sandgebietes Nyirség im System der Pflanzengesellschaften).* Acta Bot. Hung. 5: 315-352.

STARLINGER F. 1997: *Natürliche Waldgesellschaften im "Sommerwarmen Osten" Österreich*s. In: MÜLLER F. [HRSG.]: *Waldbau an der unteren Waldgrenze*. FBVA-Berichte 95, 45-58.

STATISTIK AUSTRIA 2000: *Statistisches Jahrbuch Österreichs 2001*. Verlag Österreich, Wien 645 S.

THENIUS E. 1962: *Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen*. Niederösterreich. GBA Wien, 125 S.

TOMICZEK CH. 1997: *Risikoabschätzung bei Kiefer und Eiche im sommerwarmen Osten*. In: MÜLLER F. [HRSG.]: *Waldbau an der unteren Waldgrenze*. FBVA-Berichte 95, 91-94.

WAGNER J. 2001: *Bodenschätzung in Österreich*. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges. H. 62, Wien.

ZOLYOMI B. 1957: Der Tatarenahorn-Eichen-Lösswald der zonalen Waldsteppe (Acereto tatarici-Quercetum). Acta Bot. Hung. 3: 401-424.

DIE EINBINDUNG DER DATEN DER BODENZUSTANDSINVENTUREN IN DIE ÖSTERREICHISCHE DIGITALE BODENKARTE

O.H. DANNEBERG

Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien.
Institut für Bodenwirtschaft

Zusammenfassung

Die Einbindung der zusätzlichen Informationen der Bodenzustandsinventuren (BZI's) in den Datenbestand der Österreichischen Digitalen Bodenkarte konnte anhand eines EU-Projektes als Beispiel gezeigt werden. Durch Zusammenführung und gemeinsame statistische Auswertung der BZI's der Bundesländer Niederösterreich, Oberösterreich, der Steiermark und des Burgenlandes wurde eine bundesweite Einteilung der Böden in bodenkundliche und in geologisch-lithologische Einheiten sowie, durch Verknüpfung der beiden, in bodenkundliche Untereinheiten der Art „Bodentyp auf bodenbildendem Substrat" erreicht. Aus der statistischen Auswertung ergaben sich quantitative Angaben zu den wichtigsten chemischen und physikalischen Eigenschaften aller abgeleiteten Untereinheiten.

Summary

The introduction of the additional information of the soil quality network programs into the data of the Austrian Digital Soil Map is demonstrated, using the example of an EU-project. The data of the soil quality network programs of Lower Austria, Upper Austria, Styria and the Burgenland were integrated and statistically evaluated together. This work resulted in a classification into pedologic and geologic-lithologic units, respectively. The two units were combined to subunits of the kind „soil type on soil forming substratum". Statistical evaluation resulted in quantitative data concerning the main properties of all the subunits

Einleitung und Zielsetzung

Die Datenbestände der Bodenzustandsinventuren der Österreichischen Bundesländer stellen wesentliche Fremddaten dar, die in die Österreichische Digitale Bodenkarte zu integrieren sind. Ihre Einbindung bildet ein Beispiel für die Umsetzung von Beständen von Punktdaten in die Fläche mit Hilfe einer vorliegenden Bodenkartierung. Diese Einbindung konnte im Rahmen eines Pilotprojektes, des EU-Projektes Interreg IIC 97 005/A „Natural Resources", gezeigt werden (DANNEBERG u. WANDL, 1999; WANDL et al., 1999).

Bodenzustandsinventuren (BZI's) sind flächendeckende Meßprogramme, die Auskunft über den derzeitigen Zustand der Böden eines größeren Gebietes, etwa eines österreichischen Bundeslandes, geben sollen. Insbesondere sollen sie den Grad an aktueller Belastung der Böden

mit Schadstoffen aufzeigen; sie erlauben jedoch auch wertvolle Einblicke in die naturgegebenen Eigenschaften dieser Böden.

Die Bodenzustandsinventuren wurden, was den landwirtschaftlich genutzten Boden betrifft, von den österreichischen Bundesländern durchgeführt. Die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft hat im Auftrag des Bundesministeriums für Land und Forstwirtschaft ein Rahmenkonzept für diese Meßprogramme entwickelt, das die Vergleichbarkeit der regionalen Ergebnisse sicherstellen soll (BLUM et al., 1989). Dadurch wurden insbesondere die bodenkundliche Feldansprache, die Probenahme, der Mindestumfang der durchzuführenden Untersuchungen und die dabei zu verwendenden Untersuchungsmethoden einheitlich festgelegt. So konnte tatsächlich eine sehr weitgehende, wenn auch nicht vollständige Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Landesinventuren erreicht werden. DANNEBERG et al. (1997) haben diese Ergebnisse erstmalig zu einer gemeinsamen, bundesweiten Auswertung zusammengeführt.

Die Grundlage der BZI's bildet ein bundesweiter, flächendeckender Raster von Probenahmepunkten (genauer: kleinen Probenahmeflächen) mit einem Abstand von 3,9 mal 3,9 km, der sogenannte Basisraster. Dieser Raster kann verdichtet werden, entweder systematisch oder in Bereichen von besonderem Interesse. Die Verwendung eines solchen, flächendeckenden und starren Rasters von Probenahmepunkten soll zu einer im statistischen Sinn repräsentativen Stichprobe führen. Für jede beliebige Gruppierung des Datenmaterials der Stichprobe muß dann gelten, dass der relative Anteil der Gruppen in der Stichprobe gleich dem relativen Anteil dieser Gruppen in der Grundgesamtheit ist. Die Größe der Grundgesamtheit entspricht der Größe der Landwirtschaftlichen Nutzfläche des jeweiligen Bundeslandes, die man der offiziellen landwirtschaftlichen Statistik entnehmen kann.

Die Eigenschaften, die aus den BZI's abgeleiteten werden können, betreffen vorwiegend den Stoffbestand der Böden. Dieser wird zuallererst durch das Ausgangsmaterial der Bodenbildung und seine lithologische Zusammensetzung bestimmt und kann sekundär durch die Prozesse der Bodenbildung verändert werden (SCHIMMING, 1992; GEMEINSAME ARBEITSGRUPPE „BODENSCHUTZ" VON ARGE ALP UND ARGE ALPEN-ADRIA, 2000). Eine sinnvolle Gruppierung des Datenmaterials, die einen hohen Anteil der Variabilität erklärt, wird also nach dem Ausgangsgestein der Bodenbildung und nach dem Bodentyp, der die vorherrschenden bodenbildenden Prozesse wiedergibt, vorzunehmen sein. Beide Gruppenbildungen fußen damit auf der Feldansprache der einzelnen Probenahmepunkte.

Die Bundesanstalt für Bodenwirtschaft und das später aus ihr hervorgegangene Institut für Bodenwirtschaft des BFL hat die BZI's von Niederösterreich und Burgenland im Auftrag der beiden Länder zur Gänze durchgeführt, also sowohl Feld- als auch Laborarbeit (BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT, 1994; BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, 1996). An den BZI's von Oberösterreich (BUNDESANSTALT FÜR AGRARBIOLOGIE, 1993) und der Steiermark (LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK, 1998) war das Institut mit der Durchführung der Feldarbeit beteiligt.

Die für die Gruppierung des Datenmaterials wesentliche feldbodenkundliche Ansprache wurde demnach in diesen vier Bundesländern durch Mitarbeiter des Instituts, u. zw. durch

Bodenkartierer mit langjähriger Geländeerfahrung durchgeführt; dabei wurden die Anweisungen von BLUM et al. (1989) ebenso eingehalten, wie die damit im Einklang stehende, für die Österreichische Bodenkartierung geltende Dienstanweisung (BUNDESANSTALT FÜR BODENKARTIERUNG UND BODENWIRTSCHAFT, 1967).

Die feldbodenkundlichen Ansprachen der BZI-Punkte sind also in allen Fällen mit der Ansprache der Österreichischen Bodenkartierung vergleichbar. Grundlage dieser Ansprache ist die bis zum Jahre 2000 geltende Österreichische Bodensystematik (FINK, 1969).

DANNEBERG et al. (1998, 2000a, 2000b, 2000c) haben die Ergebnisse der BZI's von Niederösterreich, Oberösterreich, der Steiermark und dem Burgenland zu gemeinsamer Auswertung zusammengeführt. Abbildung 1 stellt das Rasternetz der BZI-Punkte der vier Bundesländer dar. Die Punkte sind im Geographischen Informationssystem des Instituts korrekt verortet.

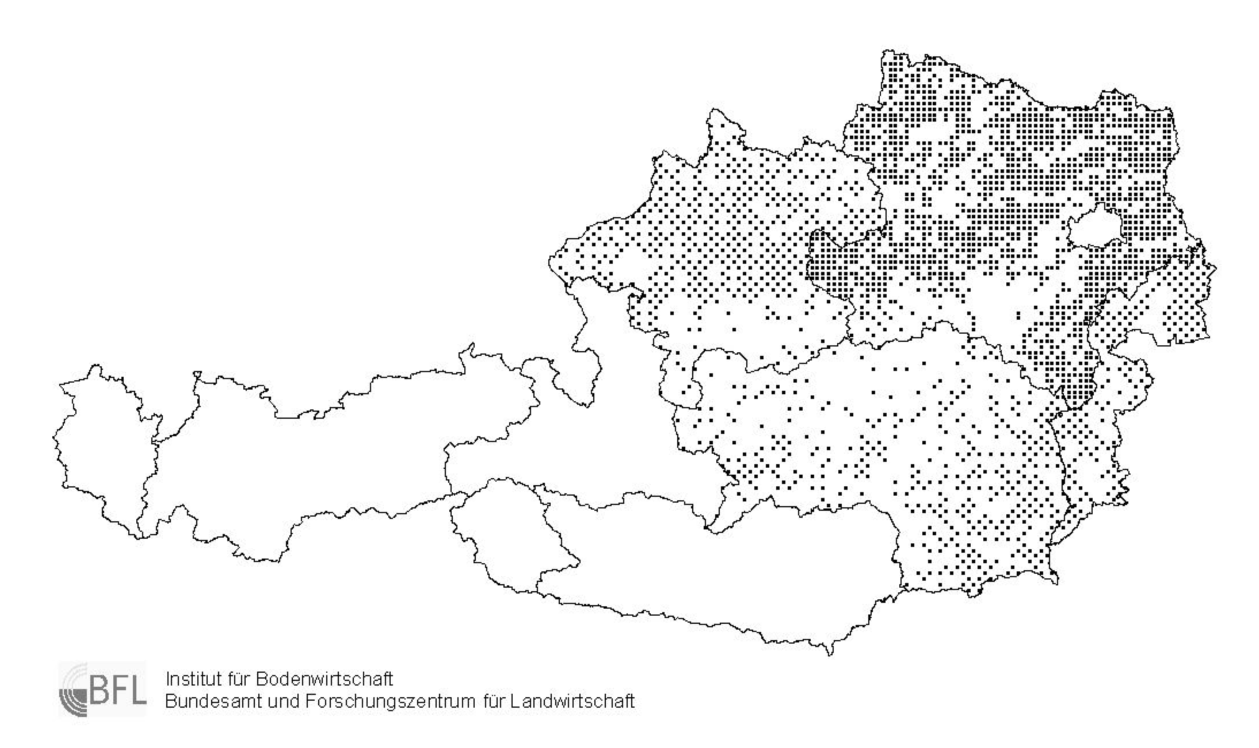


Abbildung 1: Das Netz der Probenahmepunkte der vier zusammengeführten Bundesländer-BZI's.

Die Strukturierung des Datenmaterials der BZI's

Aufbauend auf den vorliegenden Feldansprachen der Einzelpunkte haben die Autoren eine Gliederung sowohl in bodenkundliche als auch in geologisch-lithologische Einheiten vorgenommen. Anschließend wurden diese beiden Einheiten in einem hierarchischen System (DANNEBERG et al., 1994) zu Untereinheiten der Art „Bodentyp auf bodenbildendem Substrat“ verknüpft. Aus bodenkundlicher Tradition bildete also die bodenkundliche Einheit die erste, die geologisch-lithologische Einheit die zweite Ebene der Hierarchie.

Tabelle 1: Die Untereinheiten und die Abschätzung ihrer Flächenanteile (Auswahl).

Nr	Name	NÖ	Bgld	OÖ	Stmk	Ges.	%
	kalkhaltige (kh) Kulturrohböden, Rigolböden, auf	43578	5136	3443	3898	**56000**	**2,50**
28	Löß	31693		2295		34000	1,52
29	sonstigem khTertiärsedimente	5282	3852			9000	0,41
30	anderen Substraten	6603	1284	1148	3898	13000	0,58
	kalkfreie (kf) Kulturrohböden, Rigolböden, auf	1321	11557	10328	25988	**49000**	**2,19**
31	kf Mat.d. Steir. Tertiär beckens				23389	23000	1,04
32	sonstigem kf Tertiärsediment		11557			12000	0,52
33	Molasse/Schlier			9181		9000	0,41
34	anderen Substraten	1321	0	1148	2599	5000	0,23
	Tschernoseme, Braune Tschernoseme, auf	197424	51365			**249000**	**11,09**
35	Löß	101683	19262			121000	5,39
36	kh älterem Schwemmaterial	49521	3852			53000	2,38
37	kh sonstigem eiszeitl.Material	15847				16000	0,71
38	sonstigem kh Tertiärsedimente	10564	10273			21000	0,93
39	kh Parndorf-Seewinkel-Terrassensediment	0	16694			17000	0,74
40	kh jüngerem Schwemmaterial	7263	1284			9000	0,38
41	kh Molasse	7923				8000	0,35
42	anderen Substraten	4622				5000	0,21
	Paratschernoseme, auf	14526	11557			**26000**	**1,16**
43	kf Parndorf-Seewinkel-Terrassensediment		11557			12000	0,52
44	anderen Substraten					15000	0,65
	kh Feuchtschwarzerden, auf	45559	8989			**55000**	**2,43**
45	kh älterem Schwemmaterial	30373	1284			32000	1,41
46	kh jüngerem Schwemmaterial	5282	3852			9000	0,41
47	kh Molasse	4622				5000	0,21
48	anderen Substraten	5282	3852			9000	0,41
	kf Feuchtschwarzerden, auf	4622	1284			**6000**	**0,26**
49	verschiedenen Substraten	4622	1284			6000	0,26

Die Verknüpfung der beiden Einheiten in einem hierarchischen System bedeutet, dass die auf der ersten hierarchischen Ebene stehende Einheit (hier die bodenkundliche) in allen Fällen unterteilend wirksam wird. Die Einheit der zweiten hierarchischen Ebene jedoch (die geologisch-lithologische Einheit), wird nur dann unterteilend wirksam, wenn ein Grund dafür vorliegt, i.d.R. ist dies eine ausreichende Besetzung mit Rasterpunkten. Liegen zu wenig Rasterpunkte vor, so führt dies zu Untereinheiten „auf verschiedenen Substraten“ oder „auf anderen Substraten“. Die Verknüpfung führt zu 119 Untereinheiten. Die Tabelle 1 zeigt als Beispiel jene Untereinheiten, die in dem später dargestellten Projektsgebiet häufig vorkommen.

In der Tabelle wird gleichzeitig eine Abschätzung der Flächen (in ha) vorgenommen, die die jeweiligen Untereinheiten einnehmen. Eine solche Abschätzung geht davon aus, dass bei einem starren Raster jeder Rasterpunkt einer gleich großen anteiligen Fläche entspricht. Die Relativverteilung bezieht sich auf die Summe der Landwirtschaftlichen Nutzfläche der vier Bundesländer.

Chemische und physikalische Eigenschaften der Untereinheiten

In der folgenden Tabelle 2 werden die wichtigsten chemischen und physikalischen Eigenschaften der Untereinheit 35, Tschernoseme und Braune Tschernoseme auf Löß, zusammengestellt. Diese Untereinheit ist im folgenden Projektsgebiet, dem Marchfeld, weit verbreitet. Die Tabelle soll als Beispiel für die Zusammenstellung der wichtigsten chemischen und physikalischen Eigenschaften aller 119 Untereinheiten dienen. Diese Zusammenstellungen umfassen folgende Parameter:

pH - Wert, Kalkgehalt (in %), Humusgehalt (in %), die Anteile an Sand, Schluff und Ton (jeweils in %), die Summe der austauschbaren Kationen (in $cMol_c$ / kg Boden), die Sättigungen an Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium (jeweils in % der austauschbaren Kationen), sowie die Gehalte in Königswasser von Arsen, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink (jeweils in mg / kg Boden). Diese Parameter werden für die Tiefenstufen 0 – 20 cm, 20 – 40 oder 50 cm (in der Steiermark war die Untergrenze der 2. Tiefenstufe bei 50 cm angesetzt), und unter 40 oder 50 cm getrennt ausgewiesen.

Zu diesen Parametern werden jeweils angegeben: Die Anzahl der zur Verrechnung zur Verfügung stehenden Punkte (n), der Mittelwert, der Median, sowie das 5. und das 95. Perzentil (zwischen diesen beiden Perzentilen liegen 90 % der zugehörigen Werte). Alle diese Kennzahlen werden angegeben, wenn die Anzahl der zur Verrechnung zur Verfügung stehenden Punkte mindestens 10 beträgt. Ist sie kleiner als 10, jedoch mindestens 5, werden keine Perzentile angegeben, ist sie unter 5, wird auch kein Median, sondern nur der Mittelwert dargestellt (DANNEBERG et al., 2000c).

Tabelle 2: Untereinheit 35. Tschernoseme und Braune Tschernoseme auf Löß. (Maßeinheiten der einzelnen Messwerte siehe Text!)

Parameter	n	Mittel	Median	5% perz	95%perz
Tiefe: 0 - 20 cm					
pH-Wert	169	7,39	7,49	6,78	7,60
Kalkgehalt	169	8,0	6,2	0,0	23,4
Humusgehalt	169	2,1	2,0	1,2	3,0
Sandanteil	169	15,1	12,0	6,0	34,1
Schluffanteil	169	61,0	63,0	45,0	70,1
Tonanteil	169	23,9	24,0	15,0	32,1
Summe austauschb. Kationen	169	21,87	21,70	15,13	28,87
Calcium-Sättigung	169	88,50	89,45	81,32	92,35
Magnesium-Sättigung	169	7,89	6,97	4,83	13,89
Kalium-Sättigung	169	3,34	2,96	1,77	6,17
Natrium-Sättigung	169	0,27	0,18	0,00	0,82
Arsen	169	9,6	9,2	5,2	14,8
Chrom	169	42,2	39,3	26,0	67,1
Kupfer	169	27,6	22,7	15,7	67,5
Nickel	169	24,8	23,9	17,3	35,3
Zink	169	70,2	69,1	53,0	90,3
Tiefe: 20 - 40/50 cm					
pH-Wert	91	7,47	7,55	6,83	7,67
Kalkgehalt	91	10,6	8,3	0,0	26,5
Humusgehalt	91	1,7	1,7	0,7	2,9
Sandanteil	91	15,2	12,0	6,0	35,0
Schluffanteil	91	60,6	63,0	37,0	72,0
Tonanteil	91	24,2	23,0	15,0	36,0
Summe austauschb. Kationen	91	21,81	21,23	13,66	30,76
Calcium-Sättigung	91	89,46	90,55	82,66	93,11
Magnesium-Sättigung	91	8,25	7,36	5,02	15,17
Kalium-Sättigung	91	1,95	1,62	0,86	4,65
Natrium-Sättigung	91	0,33	0,23	0,04	1,22
Arsen	91	9,7	9,2	5,7	15,7
Chrom	91	39,3	37,7	23,4	68,7
Kupfer	91	23,3	20,6	12,9	42,1
Nickel	91	25,1	24,1	16,1	34,5
Zink	90	66,0	65,2	46,7	87,1
Tiefe: unter 40/50 cm					
pH-Wert	91	7,58	7,62	7,27	7,76
Kalkgehalt	91	18,2	18,8	0,3	35,9
Humusgehalt	91	1,2	1,2	0,3	2,4
Sandanteil	91	15,1	12,0	6,0	40,0
Schluffanteil	91	61,4	63,0	41,0	73,0
Tonanteil	91	23,5	23,0	14,0	34,0
Summe austauschb. Kationen	91	19,88	18,89	12,58	28,79
Calcium-Sättigung	91	89,40	90,44	82,61	93,28

Magnesium-Sättigung	91	9,26	8,26	5,69	15,69
Kalium-Sättigung	91	1,02	0,82	0,52	1,95
Natrium-Sättigung	91	0,33	0,27	0,05	0,86
Arsen	91	8,4	8,2	4,7	12,8
Chrom	91	36,3	35,6	17,9	65,0
Kupfer	91	17,1	16,2	12,1	25,5
Nickel	91	22,3	21,8	15,0	33,2
Zink	91	58,5	56,9	38,6	83,3

Einbindung in das GIS am Beispiel des Projektes Interreg IIC

Die so zusammengestellten chemischen und physikalischen Eigenschaften der bodenkundlichen Untereinheiten müssen in die Fläche umgesetzt werden. Dies ist am ehesten mit Hilfe einer vorliegenden Bodenkartierung möglich.

Bodenkartierungen teilen die im Raume inhomogene Bodenfläche einer Landschaft in quasihomogene Kartierungseinheiten auf und grenzen diese gegeneinander ab. In der Österreichischen Bodenkartierung werden die quasi-homogenen Kartierungseinheiten Bodenformen genannt (KRABICHLER, 1984; DANNEBERG, 1986). Die Einbindung der hier zusammengestellten Ergebnisse in die Österreichische Bodenkartierung verlangt, dass jede kartierte Bodenform einer Untereinheit zugeordnet werden kann.

Dazu ist zunächst Voraussetzung, dass die für die Ableitung der bodenkundlichen Untereinheiten zusammengefaßten Einzelpunkte im Felde in der gleichen Weise angesprochen wurden, wie dies in der Österreichischen Bodenkartierung geschieht. Diese Voraussetzung ist hier gegeben.

In einem Beispielsprojekt, dem EU-Projekt Interreg IIC 97 005/A „Natural Resources“, konnte die Zuordenbarkeit der einzelnen Bodenformen zu den bodenkundlichen Untereinheiten praktisch gezeigt werden. Als bodenkundlicher Projektsteil wurde die vorliegende Bodenkartierung des Projektsgebietes, des nordöstlich von Wien gelegenen Marchfeldes, im Institut digitalisiert. Die Bodenformen der vier Kartierungsbereiche des Projektsgebietes, der KB’s Gänserndorf, Marchegg, Großenzersdorf und Wolkersdorf, wurden durch unmittelbare Bearbeitung und durch Handeingabe der Bearbeitungsergebnisse in die Datenbank den Untereinheiten zugeordnet (DANNEBERG u. WANDL, 1999). Die Abbildung 2 zeigt als Beispiel einen Ausschnitt aus der Bodenkarte dieses Projektsgebietes im Maßstab 1 : 25 000 mit dieser Zuordnung.

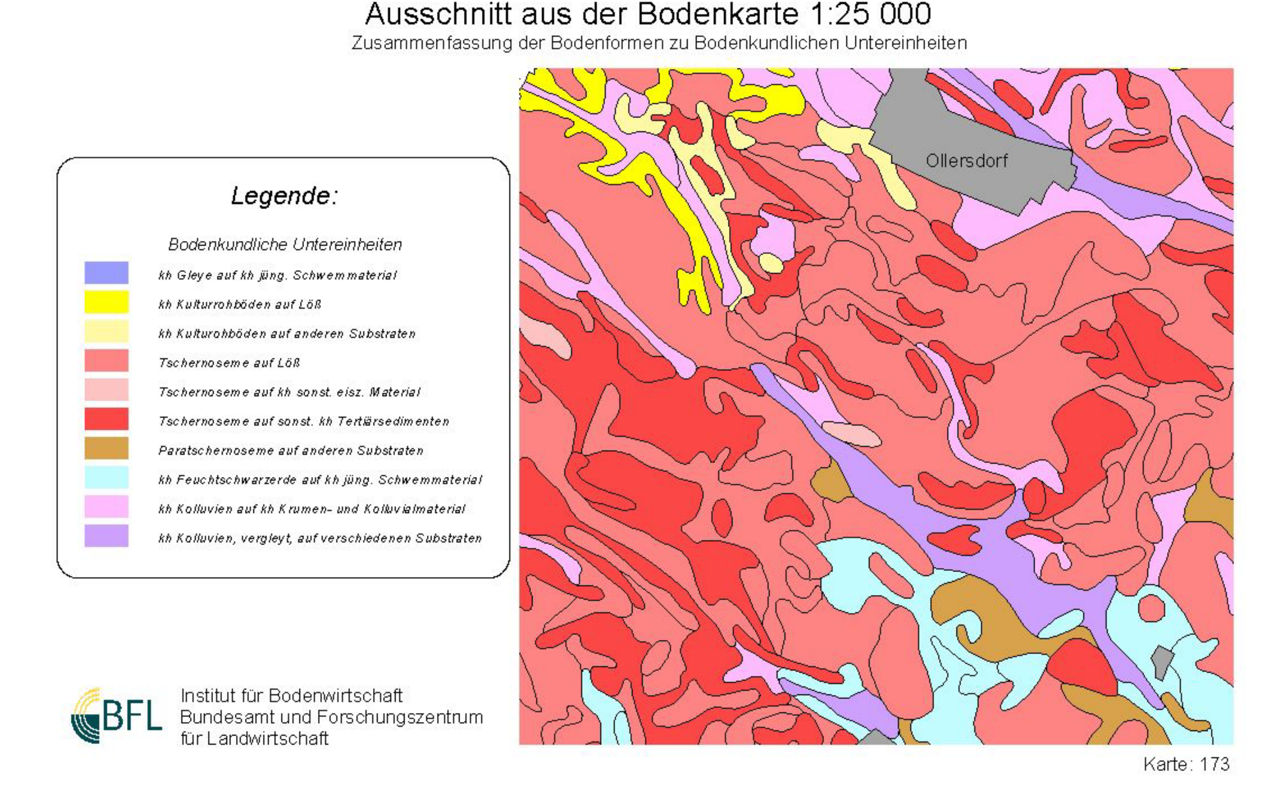


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Bodenkarte 1 : 25 000 des Projektes Interreg IIC mit Zuordnung der Bodenformen zu den bodenkundlichen Untereinheiten.

Ausblick

Die hier wiedergegebenen chemischen und physikalischen Eigenschaften liegen derzeit für alle Untereinheiten als Tabellen im Format EXCEL vor und sind ohne Schwierigkeiten in die Attributdatenbanken, die in ORACLE oder ACCESS vorliegen, importierbar. Diese Einbindung wird demnächst vorgenommen.

Zur vollständigen Einbindung in die im Aufbau befindliche Österreichische Digitale Bodenkarte hat die „Parametrisierung“, also die Zuordnung zu den bodenkundlichen und geologisch- lithologischen Einheiten sowie zu den daraus folgenden Untereinheiten, für die Bodenformen aller Kartierungbereiche zu erfolgen. Diese Parametrisierung ist Teil der Ausbaustufe II der Österreichischen Digitale Bodenkarte. In einem folgenden Projekt soll zunächst die Parametrisierung der Bodenformen einiger weiterer Kartierungsbereiche vorgenommen werden. Im Zuge dieses Folgeprojektes ist auch die Entwicklung effizienter, EDV-unterstützter Arbeitsverfahren für diesen Prozess der Parametrisierung geplant.

Ebenso ist beabsichtigt, die bisherige Zusammenführung der BZI's der Bundesländer über den bisherigen Bestand von vier Bundesländern hinaus fortzusetzen. Als nächstes werden die Daten der BZI Kärntens an den bestehenden Datensatz angefügt.

Literatur

BLUM, W.E.H., H. SPIEGEL u. W.W. WENZEL, 1989: Bodenzustandsinventur. Konzeption, Durchführung und Bewertung. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien. 1. Auflage.

BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, 1996: Burgenländische Bodenzustandsinventur. Amt der Burgenländischen Landesregierung, Hrsg., Eisenstadt.

BUNDESANSTALT FÜR AGRARBIOLOGIE, 1993: Oberösterreichischer Bodenkataster. Bodenzustandsinventur. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Hrsg., Linz.

BUNDESANSTALT FÜR BODENKARTIERUNG UND BODENWIRTSCHAFT, 1967: Die Österreichische Bodenkarte 1 : 10 000. Anweisungen zur Durchführung der Kartierung. Bundesanstalt für Bodenkartierung und Bodenwirtschaft, Hrsg., Wien.

BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT,1994: Niederösterreichische Bodenzustandsinventur. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Hrsg., Wien.

DANNEBERG, O.H., 1986: Kartierung landwirtschaftlich genutzter Böden in Österreich. Mitt. d. Österr. Bodenkundlichen Ges., Heft 32, 7 – 35.

DANNEBERG, O.H., I. POVOLNY, H. GOTTSCHLING u. O. NESTROY, 1994: Soil units and their distribution in the agricultural area of Lower Austria. Mitt. d. Österr. Bodenkundlichen Ges., Heft 50, 61 – 110.

DANNEBERG, O.H., K. AICHBERGER, G. PUCHWEIN u. M. WANDL, 1997: Bodenchemismus. In: A. KÖCHL et al., Bodenschutz in Österreich. Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Hrsg., Wien.

DANNEBERG, O.H., H. BRÜGGEMANN, P. NELHIEBEL, H. POCK u. M. WANDL, 1998: Zusammenführung der bodenkundlichen und lithologischen Zuordnungen der BZI-Daten von Niederösterreich und dem Burgenland. Mitt. d. Österr. Bodenkundlichen Ges., Heft 56, 5 – 54.

DANNEBERG, O.H. u. M. WANDL, 1999: Einbindung der Österreichischen Bodenzustandsinventuren in die digitale Bodenkarte. Arbeitsgemeinschaft Donauländer, Arbeitsgruppe Bodenschutz. 6. Expertentagung, 12. – 14. Oktober 1999, Wiener Neustadt.

DANNEBERG, O.H., P. NELHIEBEL, H. BRÜGGEMANN u. H. POCK, 2000a: Zusammenführung der BZI-Daten von Niederösterreich und Oberösterreich und Erstellung lithologischer und bodenkundlicher Zuordnungen für Oberösterreich. Mitt. d. Österr. Bodenkundlichen Ges., Heft 61, 7 – 40.

DANNEBERG, O.H., L. STEINER, M. KÖCK, J. PISTOTNIK, W. KRAINER u. H. POCK, 2000b: Zusammenführung der BZI-Daten der Steiermark mit jenen von Oberösterreich, Niederösterreich und dem Burgenland. Mitt. d. Österr. Bodenkundlichen Ges., Heft 61, 41 – 91.

DANNEBERG, O.H., M. WANDL, H. POCK u. D. HORVATH (2000c): Die landwirtschaftlich genutzten Böden Niederösterreichs, Oberösterreichs, der Steiermark und des Burgenlandes und ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften. Eine Auswertung der Bodenzustandsinventuren dieser Länder. Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien. Schriftenreihe des BFL 25/2000.

FINK, J., 1969. Nomenklatur und Bodensystematik der Bodentypen Österreichs. Mitt. d. Österr. Bodenkundlichen Ges., Heft 13.

GEMEINSAME ARBEITSGRUPPE „BODENSCHUTZ" VON ARGE-ALP UND ARGE ALPEN-ADRIA, 2000: Hintergrundwerte für anorganische Stoffe in Böden. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Hrsg., München.

KRABICHLER, A., 1984: Bodenkarten in Österreich. In: E. ARNBERGER, Kartographie der Gegenwart in Österreich. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK, 1998: Bodenschutzbericht 1998 – Bodenzustandsinventur Steiermark. Landwirtschaftliches Versuchszentrum Steiermark (Bodenschutzabteilung), Hrsg., Graz.

SCHIMMING, C.G., 1992: Belastung mit Metallen. In: H.P. BLUME, Hrsg., Handbuch des Bodenschutzes. Ecomed Verlag, Landsberg am Lech. 2. Auflage

WANDL, M., D. HORVATH u. O.H. DANNEBERG, 1999: Aufbau der digitalen Bodenkarte am Beispiel des Kartierungsbereiches Gänserndorf. Arbeitsgemeinschaft Donauländer, Arbeitsgruppe Bodenschutz. 6. Expertentagung, 12. – 14. Oktober 1999, Wiener Neustadt.

SIMULATION DER GRUNDWASSERNEUBILDUNG AUF BASIS DER ÖSTERREICHISCHEN BODENKARTE 1:25000

E. MURER & E. STENITZER

Bundesamt für Wasserwirtschaft,
Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt,
A-3252 Petzenkirchen

Zusammenfassung

Die Abschätzung der flächenhaften Grundwasserneubildung auf Basis der Österreichischen Bodenkarte 1:25000 wird anhand eines Beispieles aus dem Bereich der Traun-Enns-Platte vorgestellt. Dabei werden die für das Bodenwasserhaushalts-Modell SIMWASER erforderlichen Eingabedaten über den Profilaufbau und die hydraulischen Eigenschaften des Bodens aus der Profilbeschreibung der Bodenkartierung in Kombination mit einer Bodenkennwerte-Datenbank abgeleitet und der simulierte Sickerwasseranfall mit der aus dem Grundwassergang abgeleiteten Grundwasserneubildung verglichen.

Summary

Simulation of the regional groundwater recharge using the Austrian Soil Map 1:25000 is presented by a case study. The soil parameters needed for the model SIMWASER are deduced from the detailed soil profile description and from a data base of hydraulic soil parameters. Simulated deep percolation is compared with ground water recharge estimated by analysing ground water fluctuations at the study site.

1 Einleitung

Die zunehmende Verschlechterung der Qualität der großen Grundwasservorkommen in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Tal- und Beckenlandschaften Ostösterreichs macht die Ausarbeitung von geeigneten Nutzungs-Strategien zur Verminderung der Schadstoffeinträge über das Sickerwasser erforderlich. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist die Kenntnis der Höhe der Grundwasserneubildung unter den gegebenen Umständen bzw. ihrer Beeinflussung bei den in Frage kommenden landbaulichen Maßnahmen zur Verbesserung der Nährstoffbilanz. Da die Grundwasserneubildung in diesen ebenen Gebieten praktisch ausschließlich über die versickernden Niederschläge erfolgt, ist die Wasserspeicherfähigkeit der Böden und damit ihr Verbreitungsmuster von großer Bedeutung. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Anwendung der Österreichischen Bodenkarte 1:25000 (DANNEBERG 1986) als Basis für die Simulation der Grundwasserneubildung im Rahmen eines Pilotprojektes des BMLFUW und dem Amt der OÖ Landesregierung zur Sanierung des Grundwassers im rechtsufrigen Talbodenbereich der Traun bei Weißkirchen-Pucking in Oberösterreich, bei welchem Projekt mittels Lysimetermessungen (MURER 1999) der Nitrataustrag in das Grundwasser bei der derzeitigen Bewirtschaftungsweise verschiedenen Nutzungsalternativen gegenübergestellt wird.

2 Material und Methoden

2.1 Beschreibung des Projektgebietes

Das Projektgebiet liegt in der Welser Heide, südlich der Traun auf einer Seehöhe von ca. 280 - 290 m ü. A. Der mittlere Niederschlag (1981 - 1990) der etwa 4.5 km nördlich gelegenen Wetterstation Hörsching beträgt 753 mm und die mittlere Lufttemperatur (1981 -1990) 8,6° C (HZB 1995). Tertiäre Sedimente bilden den Untergrund für jüngere eiszeitliche Ablagerungen. Der Grundwasserflurabstand im landwirtschaftlich genutzten Talbodenbereich beträgt 5 - 6 m. Die Hauptbodenformen (Abb. 1) bilden Auböden (BF 1 und 2) und Lockersediment-Braunerden (BF 9, 10, 12 und 15); sie sind hauptsächlich mittelgründig und zu einem geringen Anteil seicht und tiefgründig. Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Bodenform 9 des Brunnen- und Lysimeterstandortes. Die Bodenform 9 ist eine Lockersediment-Braunerde des Kartierungsbereiches „Neuhofen an der Krems“ (Kartierungsbereich Nr. 62) welche als mäßig trocken mit geringer Speicherkraft und hoher Durchlässigkeit beschrieben wird (ÖBK 1980a).

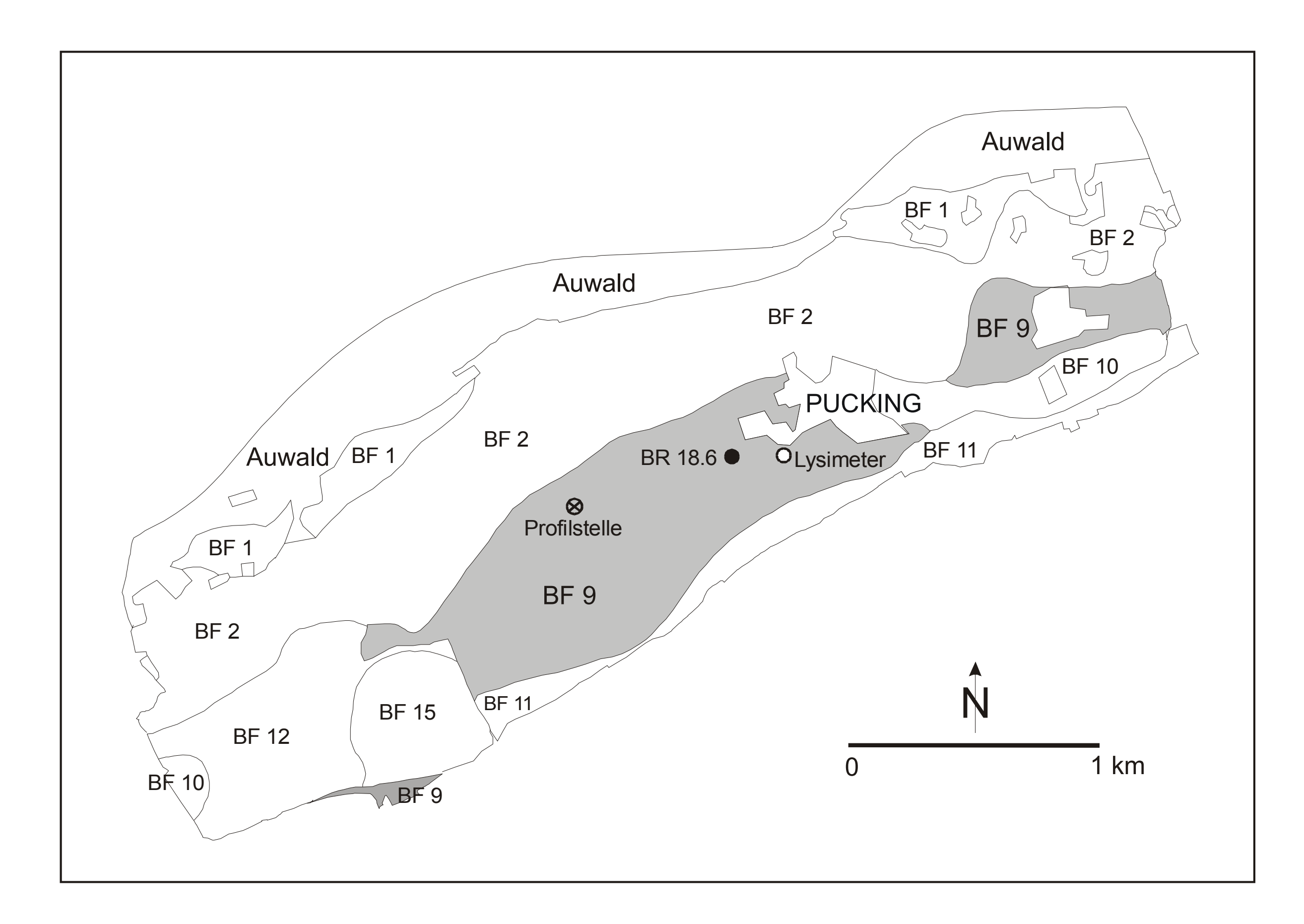


Abb. 1: Bodenformenverteilung (entsprechend der ÖBK, 1980 a, b)

2.2 Grundwasserneubildung

Da wegen der ebenen Lage und des gut durchlässigen Bodens die Grundwasserneubildung weitestgehend durch versickernde Niederschläge erfolgt, kann sie aus dem Grundwassergang abgeleitet werden. Dazu wurden die Grundwasserstandsmessungen des Pegels „Pucking BR 18.6“ (Messstellen-Nr. 311607) des Hydrografischen Dienstes herangezogen. Das Ergebnis dieser Analyse ergibt bei einem - aus dem Vergleich von signifikanten Grundwasseranstiegs-ereignissen mit den entsprechenden Niederschlägen abgeleiteten - nutzbaren Porenvolumen von 4 Vol.-% (STENITZER 2000) die in Abb. 2 dargestellte monatliche Grundwasserneu-bildung im Untersuchungszeitraum von Oktober 1995 bis Dezember 1999.

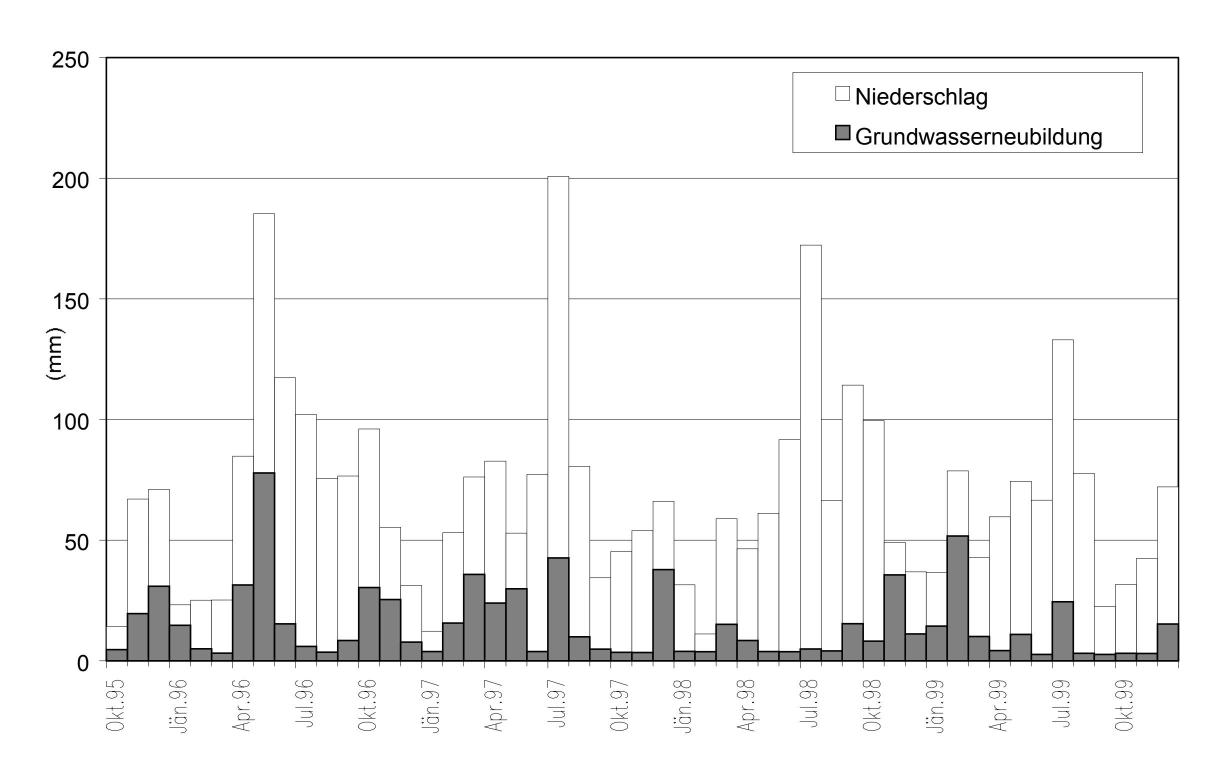


Abb.2: Niederschlag und Grundwasserneubildung im Bereich des Grundwasserpegels PUKING BR 18.6

2.3 Simulationsmodell SIMWASER

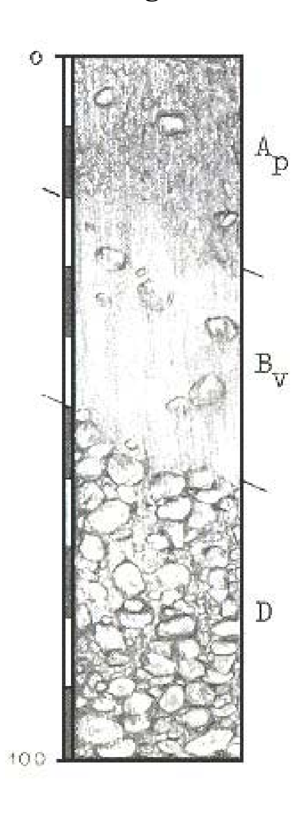
Das numerische Modell SIMWASER (STENITZER 1988) berechnet die Wasserbilanz und den Pflanzenertrag für beliebige Fruchtfolgen und Zeiträume, unter der Voraussetzung, dass die erforderlichen täglichen Wetterdaten (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit und Niederschlag) zur Verfügung stehen. Das zu simulierende Boden-profil wird in Schichten von 5-10 cm Mächtigkeit unter Beachtung der natürlichen Horizont-abfolge bis zu einer Tiefe unterteilt, in welcher kein Einfluss durch den Wasserentzug der Wurzeln mehr zu rechnen ist. Bei grundwasserbeeinflussten Standorten wird das „Modell-Bodenprofil“ bis unter den tiefsten zu erwartenden Grundwasserstand angesetzt. Für solche Fälle sind zusätzlich tägliche Werte des Flurabstandes zur Verfügung zu stellen. Für die Berechnungsdurchführung sind hinsichtlich des Bodenprofils Angaben über Schichtstärke,

Bodenart und Porenvolumen und die Ausgangswerte des Wassergehaltes und hinsichtlich der hydraulischen Eigenschaften des Bodens die entsprechenden – in Tabellenform abgespeicherten – Saugspannungs-Wasseranteilsbeziehung (pF-Kurven) und Saugspannungsungesättigte Wasserleitfähigkeitsbeziehung (Ku-Kurven) erforderlich. Bei der Auswertung von Feldversuchen stehen letztere als Messwerte zur Verfügung; bei der Regionalisierung der Grundwasserneubildung werden diese Parameter nach einem von MURER (1998) ausführlich beschriebenen Schätzverfahren aus den Bodenbeschreibungen der Bodenkarten der österreichischen Bodenkartierung wie folgt abgeleitet.

2.4 Umsetzung der Bodenkarte

Die Profilbeschreibung der Bodenform 9 des Kartierungsbereiches Neuhofen an der Krems (KB 62) wird in Abb. 3 dargestellt:

Kalkhaltige Lockersediment-Braunerde aus feinem über grobem Terrassenmaterial Kartierungsbereich Neuhofen an der Krems (KB 62), Bodenform 9



Ap Horizont
0 - 25 cm: erdfrisch; sandiger Lehm, geringer Grobanteil (Kies, Schotter, 2 - 5 cm Ø), mittelhumos (Mull), stark kalkhaltig; deutlich grobkrümelig, stark mittelporös, leicht zerdrückbar; dunkelgraubraun (10 YR 3/2); gut durchwurzelt, geringe Regenwurmtätigkeit; allmählich übergehend

Bv Horizont
25 - 50 cm: erdfrisch; lehmiger Sand, geringer Grobanteil (Kies, Schotter, 2 - 5 cm Ø), stark kalkhaltig; deutlich mittelblockig/Kanten gerundet, mittelporös, leicht zerdrückbar; dunkelgraubraun (10 YR 4/2); wenig durchwurzelt, geringe Regenwurmtätigkeit; übergehend

D Horizont
ab 50 cm: ausschließlich Grobanteil (Kies, Schotter), stark kalkhaltig; nicht durchwurzelt, keine Regenwurmtätigkeit

Entnahme-tiefe cm	Zusammensetzung des Feinbodens in %			Humus (Walkley) %	Kalk (Scheibler) %	pH in nKCl
	2,000 - 0,060 mm	0,060 - 0,002 mm	unter 0,002 mm			
10	41	42	17	2,6	19,5	7,1
30	47	39	14	1,2	31,6	7,3

Abb. 3: Bodenform und Bodenkennwerte aus der Bodenkarte (ÖBK, 1980 b)

Mit den Analysenergebnissen der Feinbodenzusammensetzung und des Humusgehaltes sowie mit den halbquantitativen Kennwerten (Skelettgehalt und Strukturansprache) werden mit Hilfe der DIN 4220 (1998) die Kennwerte "Gesamtporenvolumen" und "Wassergehalt bei Feldkapazität (bzw. Welkepunkt)" bestimmt. Die Umsetzung der Strukturansprache in Lagerungsdichte wird nach EISENHUT (1990) durchgeführt.
Der horizontweise Umsetzungsvorgang aus den Inhalten der österreichischen Bodenkarte in die für das Modell erforderlichen Kenngrößen ist in Abbildung 4 dargestellt.

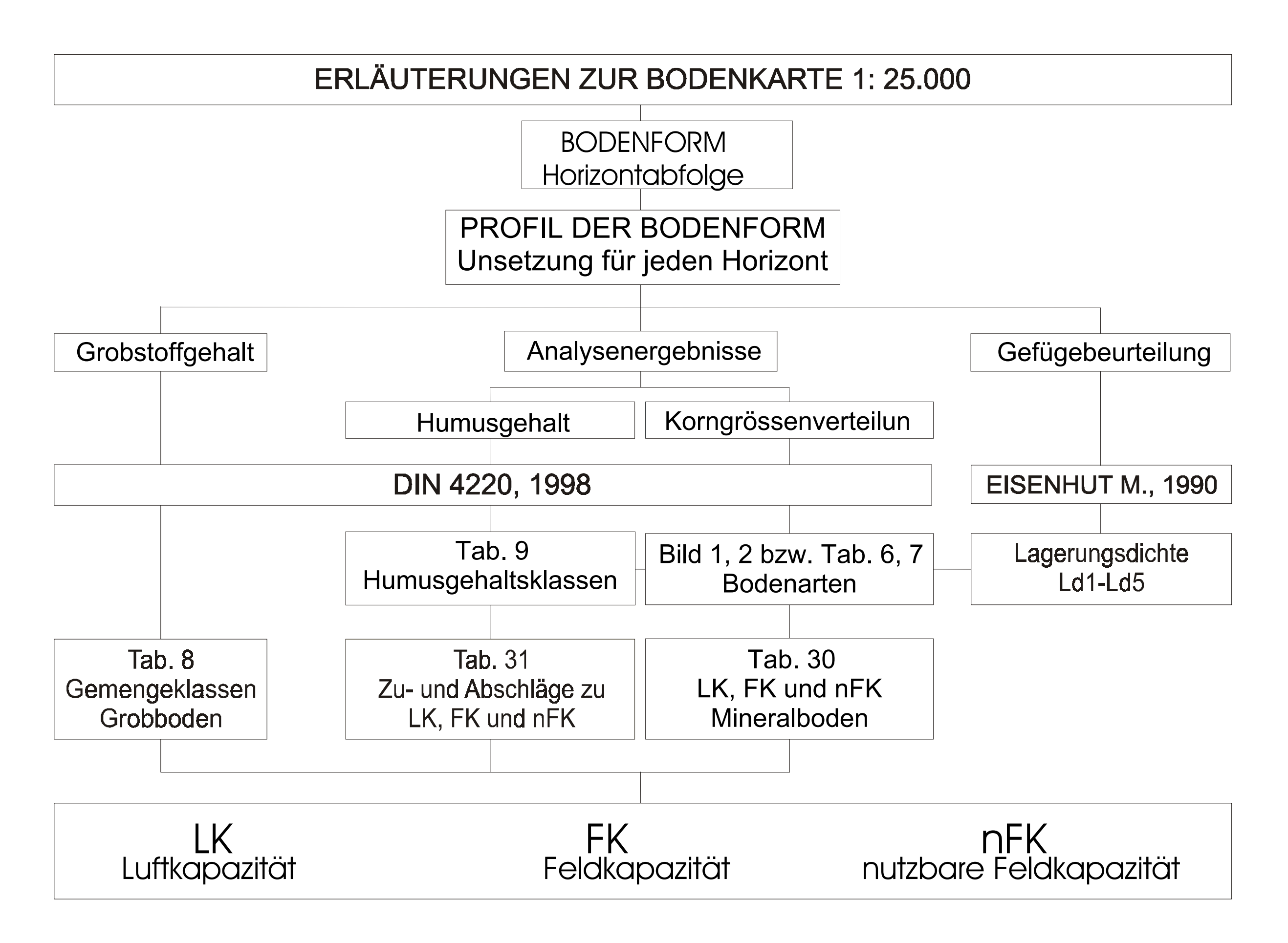


Abb. 4: Flußdiagramm des horizontweisen Umsetzungsvorganges

Mit dem Ton- und Schluffgehalt wird die Bodenart bestimmt. Mit dem Humusgehalt wird das Kurzzeichen der Humusgehaltsklasse der Tab. 9 der DIN 4220 ermittelt. Aus der Strukturansprache (Gefüge, Porosität und Zerdrückbarkeit) wird die Lagerungsdichte ermittelt. Mittels Bodenart und Lagerungsdichte und Tab. 30 der DIN 4220 werden Luftkapazität (LK), Feldkapazität (FK) und die nutzbare Feldkapazität (nFK) erhalten. Mit der Bodenart, der Humusgehaltsklasse und Tab. 31 der DIN 4220 werden die Zu- und Abschläge zu LK und FK erhalten. Anschließend erfolgt die Ermittlung der Abschläge infolge des Grobanteils bis zu einem "mäßigen" Grobanteil (max. 20 Vol.-%). Die Abschläge betragen für geringen Grobanteil 5 % und für mäßigen Grobanteil 15 % vom Porenvolumen. Für Böden mit hohem und sehr hohem Grobanteil wird dieses Verfahren nicht angewendet, sondern eigene Erfahrungswerte verwen-

det. Der Anfangswassergehalt im Bodenprofil hängt vom gewählten Simulationsbeginn ab. Normalerweise wird dafür das Winterende und dementsprechend ein Profilwassergehalt bei Feldkapazität gewählt. In den Trockengebieten wie dem Marchfeld ist die Festlegung des Simulationsbeginnes mit der Getreideernte und ein entsprechender Profilwassergehalt beim Welkepunkt im durchwurzelten Bereich günstiger.

Daraus ergeben sich die in der Tab. 1 zusammengestellten hydraulischen Boden-Kennwerte.

Tab. 1: Horizontweise Umsetzung der Bodenform 9 des Kartierungsbereiches Neuhofen an der Krems (KB 62) der österreichischen Bodenkarte in Porenvolumen (PV) und Feldkapazität (FK)

Art	Tiefe (cm)		
	0 - 25	25 - 50	50 - 150
Bodenart, Feinboden	**Slu**	**Sl4**	**mS**
Grobbodenanteil	**G2**	**G2**	**G5**
Humusgehaltsklasse	**H3**	**H2**	**H0**
Lagerungsdichte	Ld1	Ld2	Ld3*)
LK_M Mineralboden	8,0	12,0	
LK_H Humuszuschlag	1,0	0,5	
LK ($LK_M + LK_H$)	9,0	12,5	
FK_M Mineralboden	41,5	33,0	
FK_H Humuszuschlag	3,5	2,0	
FK ($FK_M + FK_H$)	45,0	35,0	
Abschläge Grobanteil	6,0	5,5	
PV (LK + FK)	**48,0**	**42,0**	**30,0**

*) Ld geschätzt, Werte von mSgs

Das Gesamtporenvolumen (PV) erhält man aus der Summe von Luftkapazität (pF unter 1,8) und Feldkapazität (pF 4,2 bis 1,8). Als Anfangswassergehalt (W) wird der Wassergehalt bei der Feldkapazität oder der Wassergehalt beim Welkepunkt (Feldkapazität minus der nutzbaren Feldkapazität) verwendet. Aus den im Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen vorliegenden Analysendaten über Korngrößenzusammensetzung, pF- und Ku-Kurven von ungestörten Bodenproben sowie aus entsprechenden Literaturangaben wurden für die einzelnen Bodenarten die typischen "Standardkurven" für einzelne Klassen des Gesamtporenvolumens abgeleitet. Ein Beispiel für diese Vorgangsweise ist in der Abb. 5 für den "mittelschluffigen Sand" dargestellt. Aus einer entsprechenden Datenbank werden die Messwerte von verfügbaren Analysen dieser Bodenart mit einem Gesamtporenvolumen von ca. 50 Vol. % zusammengefasst und durch eine "Standardkurve" repräsentiert.

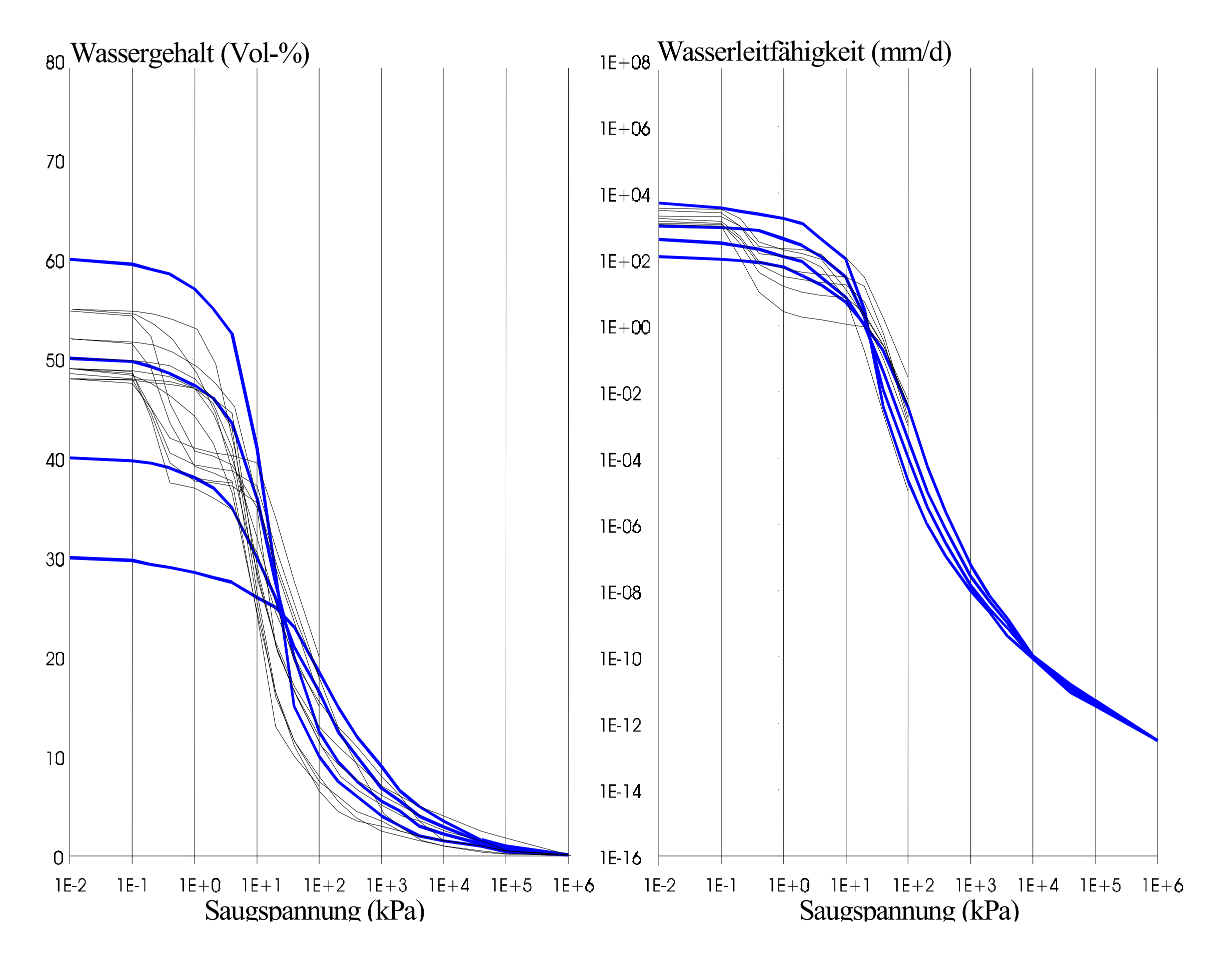


Abb. 5: Ermittlung von Standardbodenkennwerten anhand von verfügbaren Meßwerten

3 Ergebnisse

3.1 Modelleichung

Die Eichung des Modells SIMWASER erfolgte anhand von Lysimetermessungen, die im Rahmen eines Pilotprojektes im Projektsgebiet zur Erfassung des Nitrataustrages durchgeführt werden und von LOHBERGER et al (1998) ausführlich beschrieben werden. Das Lysimeter wurde im Bereich der Bodenform 9 als monolithisches Feldlysimeter (MURER 1995) errichtet, dh. dass der Bodenaufbau im Lysimeterbehälter eine natürliche Lagerung aufwies. Allerdings ist das Lysimeterprofil deutlich seichtgründiger und grobstoffreicher als das Musterprofil der Bodenform 9, sodass am Lysimeterstandort weitaus mehr Sickerwasser gemessen wurde als die (für einen großflächigen Bereich gültige) Grundwassergangsanalyse ergab. Wie Abb. 6 zeigt, konnte mit den Laborkennwerten der direkt am Lysimeterstandort entnommenen ungestörten Bodenproben der gemessene Sickerwasseranfall mit dem Modell SIMWASER gut nachvollzogen werden.

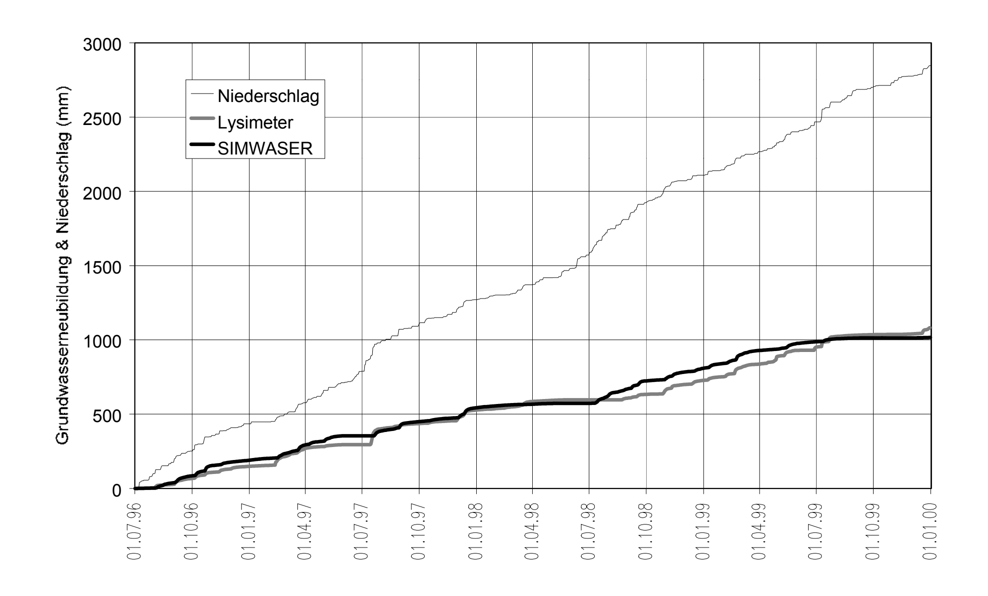


Abb. 6: Gemessener und simulierter Sickerwasseranfall am Lysimeter in Pucking von Juli 1996 bis Dezember 1999

3.2 Regionalisierung der Grundwasserneubildung

Das Simulationsergebnis mit den auf Basis der Österreichischen Bodenkarte abgeleiteten Bodenkennwerte für den Bereich der Bodenform 9 wird in Abb. 7 zusammen mit der aus dem Grundwassergang abgeleiteten Grundwasserneubildung dargestellt: der Vergleich zeigt eine sehr gute Übereinstimmung zwischen beiden Verfahren.

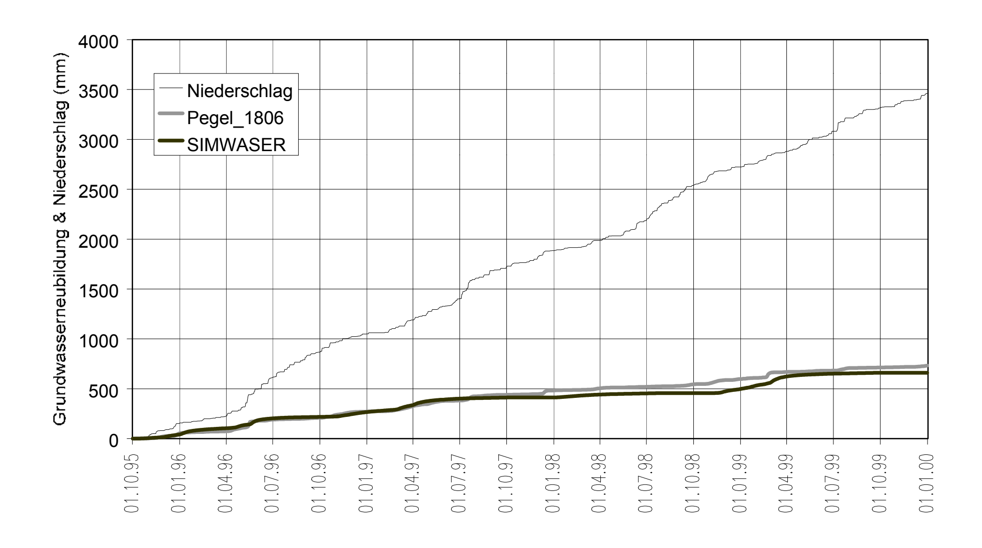


Abb. 7: Gemessener und simulierter Sickerwasseranfall der Bodenform 9 vom Oktober 1995 bis Dezember 1999

4 Diskussion

Das vorgestellte Beispiel zeigt, dass eine gute Abschätzung der flächenhaften Grundwasserneubildung auf Basis der Bodenkarte 1:25000 für ebene Talbodenbereiche möglich ist, in welchen die Feinbodenmächtigkeit auf den obersten Meterbereich beschränkt ist. Bei Bodenformen mit tieferreichendem, speicherfähigen Bodenhorizonten müssten entsprechende zusätzliche Untersuchungen über den Bodenaufbau zumindest bis zur Oberkante des grobkörnigen Grundwasserleiters erfolgen. Das Beispiel zeigt aber auch, dass Ergebnisse von punktuellen Feldmessungen nicht ohne weiteres auf die Gesamtfläche der Bodenform übertragen werden können, da der Bodenaufbau an den jeweiligen Messstellen nicht immer mit dem für die Bodenform typischen Bodenprofil übereinstimmen wird.

5 Literaturhinweise

DANNEBERG, O. H., 1986: Kartierung landwirtschaftlich genutzter Böden in Österreich. – Mitt. Öster. Bodenk. Ges., Heft 32.

DIN 4220, 1998: Deutsche Norm. Bodenkundliche Standortbeurteilung. Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten (normative und nominale Skalierungen).

EISENHUT, M., 1990: Auswertung der österreichischen Bodenkarte 1 : 25000 für die Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung von Böden. Bericht 5, Bundesanstalt für Bodenwirtschaft, Wien.

HZB, 1995: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich, Band 103. Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

LOHBERGER, W. H. LANG und E. MURER, 1998: Pilotprojekt zur Grundwassersanierung in Oberösterreich. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Jg. 50, Heft 9/10, 234-242

MURER, E., 1995: Wassergüteerfassungssysteme in der ungesättigten Bodenzone. Ergebnisbericht aus dem Grundwassersanierungs-Pilotprojekt "Obere Pettenbachrinne, OÖ.". Gewässerverträgliche Landbewirtschaftung. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Wien, Band 1, 160 – 173.

MURER, E., 1998: Die Ableitung der Parameter eines Bodenwasserhaushalts- und Stofftransportmodelles aus den Ergebnissen der Bodenkartierung. Modelle für die ungesättigte Zone. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Wien, Band 7, 89-103.

MURER, E., 1999: Nitrataustrag eines seichtgründigen Standortes in Pucking, OÖ. Bericht über die 8. Lysimetertagung „Stoffflüsse und ihre regionale Bedeutung für die Landwirtschaft“ am 13. und 14. April 1999. BAL, Gumpenstein.

ÖBK, 1980 a: Österreichische Bodenkartierung. Kartierungsbereich Neuhofen an der Krems, OÖ. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

ÖBK, 1980 b: Österreichische Bodenkartierung. Kartierungsbereich Wels, OÖ. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

STENITZER, E., 1988: SIMWASER - Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenertrages eines Standortes. Mitteilung Nr. 31 der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen.

STENITZER, E., 2000: Abschätzung der Grundwasserneubildung aus dem Grundwassergang. Unveröffentlichter Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben KB 1.2/98 „Experimentelle Erfassung der Grundwasserneubildung." Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen.

DER EINSATZ VON STANDORTS- UND BODENKARTEN FÜR DEN ANGEWANDTEN UMWELTSCHUTZ

Alexandra FREUDENSCHUSS, Sigbert HUBER, Alarich RISS & Sigrid SCHWARZ

Umweltbundesamt, Abteilung für Terrestrische Ökologie,
Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

Zusammenfassung

Die im Rahmen der Forstlichen Standortskartierung, der landwirtschaftlichen Bodenkartierung und der Finanzbodenschätzung gewonnenen Informationen werden in den letzten Jahren vermehrt für Anforderungen aus dem Bereich des Umweltschutzes eingesetzt. In diesem Beitrag wird anhand ausgewählter Beispiele die Bedeutung aktueller, umfassender und flächendeckender Bodenaufnahmen aufgezeigt. Speziell für die Anwendung von Simulationsmodellen und die Entwicklung von Szenarien sind detaillierte und präzise Informationen über Boden- und Standortseigenschaften notwendig. Es gilt daher die aus der Feldarbeit gewonnenen Bodeninformationen zu sammeln und das daraus resultierende Wissen für die Zukunft zu bewahren, digital verfügbar zu machen und methodisch weiterzuentwickeln. Eine wesentliche Aufgabe liegt vor allem darin Informationen zu verknüpfen und Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass Bodeninformationen für Aufgaben im Rahmen des Umweltschutzes in schnell abrufbarer Weise - nach Vorbild des Bodeninformationssystems BORIS - beispielsweise in Form eines „Österreichischen Boden Netzwerkes " zur Verfügung stehen. Über die rein fachliche Arbeit hinaus ist es unbedingt erforderlich Wissen über Boden zu vermitteln und über Öffentlichkeitsarbeit ein breiteres Verständnis für den Lebensraum Boden zu fördern.

Summary

During the last years information gained from forest site mapping, agricultural soil management survey and soil taxation survey is increasingly used for requirements in the field of environmental protection. In this contribution the importance of actual and comprehensive soil surveys with blanket coverage is shown by selected examples. Especially for the usage of simulation models and the development of scenarios detailed and precise information on soil properties and site characteristics is necessary. For the future it is important to maintain soil information gained from field work and to preserve the related competence, to make soil information digital available and to develop its methodology further on. An essential task is to link the available information and to create conditions in a way that soil information are quickly accessible for tasks in the broad field of environmental protection – according to the example of the soil information system BORIS – in the shape of an “Austrian Soil Network”, for example. Besides the expert use of soil information it is absolutely necessary to impart knowledge on soil to the public and to ensure a broader understanding of the soil as a habitat.

1 EINLEITUNG

Der Bedarf an standorts- und bodenbezogenen Informationen nimmt in den letzten Jahren stetig zu. Im Sinne des umfassenden Umweltschutzes werden sowohl an Land-, Forst-, Wasser- und Abfallwirtschaft, Raumplanung, Industrie und Gewerbe sowie Einzelpersonen erhöhte Anforderungen im Sinne eines nachhaltigen Umganges mit der Ressource Boden gestellt. Eine äußerst wichtige Aufgabe, auf die im letzten Abschnitt eingegangen wird, besteht darin Wissen über den Boden und seine Eigenschaften zu vermitteln. Nur so kann das Bewusstsein jeder einzelnen Person für Bodenschutz geweckt und geschult werden, wodurch wiederum die Chance, dass Entscheidungsträger in den genannten Bereichen sorgsam mit der Ressource Boden umgehen, erhöht wird. Um diesen Anspruch in die Realität umzusetzen sind konkrete Daten notwendig. Die im Rahmen der Forstliche Standortskartierung, der landwirtschaftlichen Bodenkartierung, der Finanzbodenschätzung und der Erstellung von Überblicksbodenkarten gewonnenen Informationen bieten vielfältige und umfassende Informationen, die je nach Anwendungsfall ausgewählt beziehungsweise mit weiteren Parametern (z.B. Meteorologie, Immissionsdaten usw.) verknüpft werden können. Die folgenden Beispiele beschreiben ausgewählte Anwendungen im Bereich des Umweltschutzes.

2 ANWENDUNGSBEISPIELE DER KARTIERUNGSERGEBISSE ZU UNTERSCHIEDLICHEN UMWELTRELEVANTEN FRAGESTELLUNGEN

2.1 Bodenerosion

Der oberflächliche Abtrag von Bodenmaterial wird im wesentlichen durch die Faktoren Klima, Vegetation, Relief und Boden beeinflusst und häufig durch landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmethoden verstärkt bzw. erst verursacht. Wichtige bodenspezifische Kenngrößen, die für eine Abschätzung des Bodenabtrages maßgebend sind, sind die Bodenart, die Bodenstruktur, die Humusart und die Bodenfeuchte.
Die Darstellung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind und Niederschlagswasser in thematischen Karten, abgeleitet aus den Ergebnissen der Österreichischen Bodenkartierung wird bereits im Beitrag SCHNEIDER et al. (2001) „Die Landwirtschaftliche Bodenkartierung in Österreich“ in diesem Band erwähnt.
Österreichweit liegen noch keine genauen Angaben jedoch verschiedene Schätzungen über das flächenhafte Vorkommen von Bodenerosion vor. Vom Österreichischen Statistischen Zentralamt wird auf Basis der Bodennutzungserhebung 1990 die durch niederschlagsbedingte Bodenerosion betroffene Ackerfläche (mit Mais, Kartoffel, Zuckerrübe und Sommerweizen) mit 625.000 ha angegeben (ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT & UMWELTBUNDESAMT, 1998). Die akut und potentiell erosionsgefährdete Fläche wurde auf Grundlage der Österreichischen Bodenkartierung auf vergleichbare 600.000–700.000 ha geschätzt (UMWELTBUNDESAMT, 1988). Bei dieser bodenkundlichen Kartierung wird jede Bodenform hinsichtlich ihrer Gefährdung durch Überschwemmung, Abschwemmung, Rutschung, Winderosion und Vermurung beurteilt. Von der bis zum Jahr 1991 kartierten landwirtschaftlichen Fläche wurden 1.000.000 ha als mindestens von einem der fünf genannten Faktoren gefährdet bewertet (BFL, 1991 zit. in UMWELTBUNDESAMT, 1996). Nach einer Abschätzung von STALZER (1995), zit. in BFL (1997) sind in Österreich potenziell

jedoch nur 380.000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche, die mit erosionsfördernden Fruchtarten bebaut werden, durch Wassereinfluss erosionsgefährdet.

Im Rahmen eines Pilotprojektes des UMWELTBUNDESAMTES (1989) wurden Erosionsschäden im niederösterreichischen Zentralraum nach einem Starkregenereignis erstmals genau kartiert. Zu deren Interpretation wurden auch bestehende Bodenkarten herangezogen. Für das Untersuchungsgebiet zeigte sich, dass reich gegliederte, mit Hecken und Rainen ausgestattete Landschaftsteile (um den Schildberg) kaum größere Erosionsschäden aufweisen, während ungegliederte, großräumige Landschaftsteile (östlich von St. Pölten und nördlich von Böheimkirchen) durch Bodenabtrag und –akkumulation großflächig geschädigt sind. Ein hohes Erosionsgefährdungspotential weisen vor allem mäßig geneigte Pseudogleyböden aus Deckenlehm und Lockersediment-Braunerden aus Löß mit lehmigen Schluff bis Lehm als Bodenart auf. Die Parabraunerdeböden der Hochterrassen sind speziell unter Ackernutzung erosions- und abrissgefährdet. In Talbereichen von Flüssen bewirken lehmiger Schluff als Bodenart und kalkfreie Lockersedimentbraunerden bzw. wasserstauendes Kolluvialmaterial lange andauernden Tagwasserstau.
Die Erstellung von Erosionsgefährdungskarten und damit die regionale Ausweisung von Problemgebieten stellt die Basis für den Einsatz effizienter Erosionsschutzmaßnahmen vor allem im landwirtschaftlichen Bereich dar. Zusätzlich zu den auf Felderhebungen basierenden Informationen sind aktuelle und möglichst detaillierte Angaben über die mittels Berechnung ermittelte Erosionsgefährdung in Österreich erforderlich. Diese könnten unter Verwendung von Bodenkarten und anderen thematischen Karten (z.B. Landbedeckung) und regionalisierter Daten (z.B. Niederschlag, Topographie) mit Hilfe einer für Österreich geeigneten Berechnungsmethodik erstellt werden, wozu ein eigenes Projekt erforderlich wäre. Das Vorliegen von regionalen Erosionsgefährdungskarten wäre die Grundlage für die noch gezieltere Berücksichtigung des Erosionsschutzes im landwirtschaftlichen Förderwesen und somit ein wesentlicher Beitrag zum Bodenschutz in Österreich.

2.2 Grundwasserschutz

Der Schutz der lebenswichtigen Ressource „Wasser“ vor erhöhten Nährstoffeinträgen und Verunreinigungen mit Schadstoffen hat zunehmend an Bedeutung gewonnen. Vor allem intensiv landwirtschaftlich genutzte Gebiete sind durch hohe Düngergaben und einseitige Bewirtschaftungsmaßnahmen von diesem Problem betroffen.
Die Höhe des Nitrataustrages in das Grundwasser wird neben der Art und Intensität der Bodennutzung in hohem Maße von den pedologischen (Wasserspeichervermögen, Wasserdurchlässigkeit), hydrologischen (Grundwasserflurabstand) und klimatologischen Verhältnisse beeinflusst. Daher kann eine zufriedenstellende Lösung der Nitratproblematik nur mittels Einbeziehung der lokalen Standortsverhältnisse erreicht werden (vgl. SCHNEIDER et al. (2001) „Die Landwirtschaftliche Bodenkartierung in Österreich“ in diesem Band).
Nach einem Ansatz von WARSTAT (1985, zit. in EISENHUT,1990) wurde von EISENHUT (1990) auf Basis der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000 ein Punktesystem zur Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung von Böden erarbeitet. Die Österreichische Bodenkartierung erfasst die dafür wichtigsten Bodeneigenschaften. So werden in diesem Bewertungsschema die Bodenstruktur, Bodenart, Lagerung und Zerdrückbarkeit, der Gehalt an organischer Substanz, der Skelettanteil sowie der mittlere Grundwasserhochstand berücksichtigt. Eine Auswertung

der Österreichischen Bodenkarte nach den angeführten Kriterien erlaubt daher eine quantitative Abschätzung der Nitrataustragsgefährdung von Böden eines Kartierungsbereiches und deren kartographische Darstellung, die als Basis für Steuerungsmaßnahmen der Bodenbewirtschaftung in Grundwasserschongebieten herangezogen werden können (EISENHUT, 1990).

In einer Studie von KUDERNA et al. (2000) wurde der Modellansatz zur Beurteilung der Nitrataustragsgefährdung nach EISENHUT (1990) mit der Methode zum Nitrataustragsrisikos der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG-Modell in ARGE BODENNUTZUNG IN WASSERSCHUTZ- UND –SCHONGEBIETEN, 1992) und dem Simulationsmodell STOTRASIM (FEICHTINGER, 1998), zwei weiteren in Österreich üblichen Modellansätzen, verglichen. Für diese Untersuchung wurden Böden der Katastralgemeinden Pucking und Sinnersdorf herangezogen.
Während die Methode nach EISENHUT (1990) das Nitrataustragsrisiko anhand der Daten der Österreichischen Bodenkartierung einstuft, fließen beim DBG-Modell Daten der Österreichischen Bodenschätzung ein. Das Simulationsmodell STOTRASIM dient zur Berechnung der Stickstoffdynamik eines landwirtschaftlich genutzten Bodens auf Tagesbasis, wobei neben Stickstoffeinträgen (durch die Atmosphäre, Düngung, Bindung von Luftstickstoff durch Leguminosen) auch Pflanzenentzug, Immobilisation und Denitrifikation berücksichtigt werden. Hauptaugenmerk wird dabei auf die Nitratauswaschung in den Untergrund gelegt, die für die Grundwasserneubildung von Bedeutung ist. Die dazu benötigte Simulation des Bodenwasserhaushaltes erfolgt mit SIMWASER (vgl. auch MURER & STENITZER, 2001), in diesem Band) welches Bestandteil des Simulationsprogrammes STOTRASIM ist.
Datenmaterial der Österreichischen Bodenkartierung (Spezialbodenkarten und darauf basierende thematische Bodenkarten) wurde auch für das Pilotprojekt „Grundwassersanierung Korneuburger Bucht“ verwendet (vgl. auch Abb. 9, 10 und 11 im Artikel SCHNEIDER et al. (2001) „Die Landwirtschaftliche Bodenkartierung in Österreich“ in diesem Band). Ziel dieses Projektes war es, Auswirkungen der Förderungen des Österreichischen Programms für eine umweltorientierte Landwirtschaft (ÖPUL) insbesondere auf die Fruchtfolge, Bracheperioden und Stickstoffbilanz unter dem Gesichtspunkt des Grundwasserschutzes über einen Zeitraum von zwei Jahren darzustellen und mit Erhebungen aus dem Projekt „Grundsatzkonzept Grundwassersanierung Korneuburger Bucht“ zu vergleichen. Für die Abschätzung der Nitrataustragsgefährdung wurde ebenfalls die Methode nach EISENHUT (1990) angewandt und der Methode nach SCHNEIDER (1992) (zit. in BMLF, 1997; vgl auch Abb. 10 im Artikel SCHNEIDER et al., 2001: „Die Landwirtschaftliche Bodenkartierung in Österreich“ in diesem Band) gegenübergestellt.

Neben der landwirtschaftlichen Bodenkartierung kann auch die forstliche Standortskartierung als Grundlage für Aussagen zum Grundwasserschutz herangezogen werden. So wurden Kartierungen in den Auwäldern der Donau (JELEM, 1974) im Rahmen einer Status- und Ursachenanalyse über die Grundwasserqualität im Tullnerfeld verwendet, um die Flächenprozente und damit die Absolutflächen der unterschiedlichen Bestandes- und Flächentypen der Wälder im Untersuchungsgebiet abzuschätzen (CEPUDER et al., 1997). Dabei wurden Auwälder und „terrestrische Wälder“ sowie innerhalb der Waldtypen Laubmisch-, Robinien- und Erlenbestände sowie Heißländen und Restflächen unterschieden, da diese Ökosysteme unterschiedliches Verhalten hinsichtlich der Stoffausträge in das Grundwasser zeigen. Aufgrund der ermittelten Flächen und spezifischen Formeln für die Austräge von Stickstoff, Phosphor,

Kalium, Natrium und Chlor wurden die jährlichen Austragsmengen für das Tullnerfeld abgeschätzt. Diese Mengen gingen in eine Gesamtbilanz ein, die auch alle anderen Bodennutzungen beinhaltete. Anhand der Anteile an der Gesamtbilanz konnte in der Zusammenschau mit den Stoffgehalten im Grundwasser und deren Veränderung eine Ursachenanalyse der Stoffeinträge ins Grundwasser durchgeführt werden.

2.3 Verschneidung von Bodenkarten mit Wasserschongebieten

Im Rahmen des Projektes Wasservorsorgegebiete des BMLFUW wurden Aussagen über die in den österreichischen Wasserschongebieten und wasserwirtschaftlichen Rahmenverfügungen vorkommenden Bodentypen getroffen (AUBRECHT & GRUBER, 2000). Diese Aussagen (prozentuelle Verteilung von Bodenvergesellschaftungen im jeweiligen Gebiet) können wertvolle Informationen für die gewässerschonende Bodennutzung in diesen Gebieten liefern. Dazu wurden die Wasserschongebiete mit der österreichischen Bodenkarte von Fink (FINK et al., 1979) als Basis in einem geographischen Informationssystem verschnitten. Die in der Bodenkarte enthaltenen 143 Bodeneinheiten wurden dabei unter Erhaltung eines möglichst großen Informationsgehaltes zu 32 Bodenvergesellschaftungen aggregiert.
Die in der Landschaft vorhandene Variabilität der Böden und das mosaikartige Auftreten der unterschiedlichen Böden wird recht deutlich erkennbar. Für detailliertere Aussagen, wie z.B. die Durchlässigkeit des Bodens oder die Wasserspeicherfähigkeit der Böden in einem bestimmten Gebiet ist jedenfalls die Einbeziehung der zu den einzelnen Bodeneinheiten in Tabellen enthaltenen Zusatzinformationen, wie Substrat, Relief, Wasserverhältnisse oder Eignungsstufen für bestimmte Bodennutzungen, notwendig.

2.4 Entscheidungshilfe bei Klärschlammausbringung

In Österreich fallen jährlich ca. 220.000 t Trockensubstanz (TS) Klärschlamm im kommunalen Bereich an (BMLF, 1999). Diese wurden 1999 zu 19,6 % der landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt. Dies bedeutet, dass ca. 44.000 t TS auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden. Neben der Überprüfung der Qualität der Klärschlämme, wobei neben den erwünschten Nährstoffen vor allem die Untersuchung von Schadstoffen (Schwermetalle, organische Schadstoffe) relevant ist, gilt es im Sinne einer nachhaltigen Erhaltung der Boden- und Grundwasserqualität auch die Flächen, auf denen eine Klärschlammausbringung geplant ist, zu untersuchen.

In einem gemeinsamen Projekt des Umweltbundesamtes und des Instituts für Bodenwirtschaft, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft wurden auf Basis der österreichischen Bodenkarte 1: 25.000 die bis 1993 kartierten landwirtschaftlichen Flächen (ca. 2,6 Mio Hektar) einer Bewertung unterzogen (UMWELTBUNDESAMT, 1999).
Die Grundlage für diese Arbeit bot das von NELHIEBEL & EISENHUT (1986) erarbeitete Bewertungsschema. Folgende Parameter, die im Zuge der Bodenkartierung erhoben werden, finden darin Berücksichtigung: pH-Wert, Bodenschwere, organische Substanz, Durchlässigkeit, Grundwasser- und Hangwasserabstand, Hängigkeit, Erosionsgefährdung, Wasserverhältnisse und Melioration. Auf Basis eines Punktesystems in dem die genannten Bodeneigenschaften und deren Wechselwirkung gewertet werden, konnten die kartierten Flächen wie

folgt eingestuft werden: 51,7% als „empfindlich“, 20,0% als „minder empfindlich“, 15,2 % als „Minderempfindlich oder empfindlich“ und schließlich 13,2% als „tolerant“.
Dieses Ergebnis zeigt, dass die Einbeziehung der Bodeneigenschaften und die Kenntnis deren flächenmäßiger Verteilung als eine unbedingte Voraussetzung für die Ausbringung von Klärschlamm zu fordern ist. Bisher wird nur in den gesetzlichen Regelungen von Niederösterreich und Steiermark ausdrücklich auf die Verwendung der Bodenempfindlichkeitskarten des BFL verwiesen. Ebenso ist in der VORARLBERGER KLÄRSCHLAMMVERORDNUNG (LGBl. Nr. 75/1997) verankert, dass bei einem Bodengutachten die Beurteilung der Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Schwermetallen und organischen Schadstoffen zu erfolgen hat.
In der NIEDERÖSTERREICHISCHEN KLÄRSCHLAMMVERORDNUNG (LGBl. Nr. 6160/2--2) ist beispielsweise die Aufbringungsmenge von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen von der Klärschlammqualität und der Bodeneignungsklasse abhängig. Für die Bestimmung der Bodeneignungsklassen ist als Vorinformation die Bodenempfindlichkeitskarte 1:25.000 heranzuziehen, die eine Klassifizierung in „prinzipiell geeignete“ und „ungeeignete“ Flächen enthält. Zur Gewährleistung der eindeutigen Zuordnung und Kontrolle der Klärschlammanwendung hat die Beurteilung jedoch parzellenscharf zu erfolgen. Dazu sind entweder eine parzellenscharfe Untersuchung, einschließlich feldbodenkundlichem Befund oder die Ergebnisse der Finanzbodenschätzung, die für alle landwirtschaftlich gewidmeten Böden vorliegen, erforderlich.
Abschließend muss als eines der von POLLAK und BLUM bereits 1997 (BFL, 1997) geforderten Ziele, die parzellen bzw. schlagweise Beurteilung der Eignung einer Fläche vor einer Klärschlammausbringung, nochmals hervorgehoben werden.

2.5 Beweissicherung im Rahmen der Umweltverträglichkeitserklärung (UVE)

Die Umweltverträglichkeitserklärung (UVE) ist elementarer Bestandteil des Verfahrens gemäß UVP-G 2000. Als unterstützendes Instrument für die Erstellung und Bearbeitung von Umweltverträglichkeitserklärungen wurde vom UMWELTBUNDESAMT (2001) ein „UVE-Leitfaden“ erarbeitet. Am Beginn jeder Umweltverträglichkeitserklärung ist in der sogenannten Scoping-Phase der Untersuchungsrahmen festzulegen. Dabei wird für das Schutzgut Boden sowohl die flächige Ausdehnung als auch die Untersuchungstiefe in Abhängigkeit von der Intensität der voraussichtlichen Beeinträchtigung der Bodenfunktionen abgegrenzt. Die Abgrenzung des Untersuchungsrahmens ist in jedem Fall nachvollziehbar zu begründen. Selbst wenn voraussichtlich keine Beeinträchtigung des Bodens zu erwarten ist, ist als Mindeststandard eine allgemeine Beschreibung der Böden, ihres Zustandes und ihrer Nutzung sowie der Geologie notwendig. Da der Großteil der landwirtschaftlichen Böden im Maßstab 1:10.000 bzw. 1:25.000 kartiert ist (Bodenkarten des Instituts für Bodenwirtschaft im Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft) können diese Angaben ebenso wie die parzellengenauen Ergebnisse der Finanzbodenschätzung als Datengrundlage für eine Umweltverträglichkeitserklärung herangezogen werden. Falls keine ausreichenden Unterlagen über die Böden im Untersuchungsraum vorhanden sind, muss eine neue Kartierung durchgeführt werden. Für die Beschreibung der landwirtschaftlichen Böden im Untersuchungsraum wird die „Anweisung zur Bodenkartierung“ (BUNDESANSTALT F. BODENKARTIERUNG & BODENWIRTSCHAFT, 1969) und für Waldböden die „Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich“ (ENGLISCH & KILIAN [HRSG.], 1998) empfohlen. Eine

aktuelle bzw. aktualisierte kartographische Darstellung der Böden im Untersuchungsraum in geeignetem Maßstab ist unabdingbar.

Anwendung fanden die Ergebnisse der landwirtschaftlichen Bodenkartierung beispielsweise bei der UVE zu dem Projekt „Trans Austria Gasleitung LOOP II“ (OMV, 2000). Dabei handelt es sich um die Erweiterung des bestehenden Systems der Trans Austria Gasleitung, die Erdgas aus Russland nach Italien, Slowenien und Kroatien transportiert und gleichzeitig zur Inlandsversorgung von Österreich dient. Bezüglich des Schutzgutes „Boden“ gilt es dabei den Ist-Zustand der Böden zu beurteilen. Zur Erfassung des Ist-Zustandes wird die Sensibilität der Böden hinsichtlich Erosion, Verdichtung und Erwärmung, die sich auf Grund der Komprimierung des Leitungsgases vor jeder Kompressorstation ergibt, und die Bedeutung für die Landwirtschaft herangezogen. Zur Bewertung der Böden wurden eigens Bodentabellen auf der Grundlage der Bodenkarten und der Erläuterungsbände des Bundesamtes und Forschungszentrum für Landwirtschaft erstellt. Darin werden neben der Flächennummerierung und Bezeichnung sowie der Beschreibung des Bodentyps und des Ausgangsmaterials unter anderem folgende Parameter berücksichtigt: Bodenart, Gründigkeit, Stärke der Humusschicht, Bodenfeuchte und Durchlässigkeit, Relief, natürlicher Bodenwert, Bearbeitbarkeit sowie detaillierte Angaben zu Erosionsgefahr, Rutschgefahr. Basierend auf der Darstellung des Ist-Zustandes der Böden ist es möglich Auswirkungen und allgemeine Maßnahmen während der Bau- und der späteren Betriebsphase abzuschätzen.

2.6 Bodennutzungs- und Belastungskataster Brixlegg

Eine weitere praktische Anwendung von Bodenkarten findet sich im Bodennutzungs- und Belastungskataster Brixlegg (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG, 1995). Die seit dem 15. Jahrhundert betriebene Kupferverarbeitung bringt in diesem Raum eine Belastung der Umwelt mit Schwermetallen mit sich. In der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde über pyrometallurgische Prozesse aus kunststoffhältigen Materialien Kupfer wiedergewonnen. In der Umgebung des Werkes wurden sowohl in Wäldern (GLATZEL, 1985) als auch auf landwirtschaftlichen Flächen deutlich erhöhte Schwermetall- und Dioxingehalte festgestellt (RISS, et al. 1990a, 1990b; UMWELTBUNDESAMT 1990). Anlässlich eines Expertenhearings über die Umweltsituation in Brixlegg im Herbst 1992 wurde beim Amt der Tiroler Landesregierung ein Arbeitskreis eingerichtet und mit der Erstellung eines Bodennutzungs- und Belastungskatasters zur Erarbeitung eines Maßnahmenpaketes für die betroffene Bevölkerung beauftragt.
Die einzelnen Probenahmestellen unter landwirtschaftlicher Nutzung und im Wald wurden auf Basis von Bodenkartierungen bestimmten Bodentypen zugeordnet, deren Eigenschaften wiederum bei der Bewertung der Schadstoffgehalte Berücksichtigung fanden. Die Auswahl der Waldböden erfolgte unter anderem nach dem Spektrum der auftretenden Bodentypen (Rendsinen, saure Braunerden). Im Rahmen diese Projektes wurde unter Mitarbeit des BFL auch versucht, die zur Verfügung stehenden Daten aus der landwirtschaftlichen Bodenkartierung auf die Böden des Siedlungsgebietes, die nie einer Bautätigkeit oder intensiven Bearbeitung unterlagen, auszuweiten. Dies war bei z.B. bei Obstgärten und –wiesen der Fall. Böden von Gartenbeeten, Spiel- und Sportplätzen wurden hingegen den atypischen Böden zugeordnet.

Der betroffenen Bevölkerung wurden Informationen über die Belastung von Boden, Obst, Gemüse, Futtermitteln und Kuhmilch, deren Auswirkungen und Handlungsempfehlungen, zur Verfügung gestellt. Weiters wurden bei einem Expertenhearing 1994 Maßnahmen und Empfehlungen vorgestellt, deren Einhaltung der betroffenen Bevölkerung empfohlen wurde. Im Betrieb wurden emissionsmindernde Maßnahmen durchgeführt.

2.7 Ausweisung von schutzwürdigen Biotopen

Für die Ausweisung von schutzwürdigen Wäldern werden unter anderem forstliche Standortskarten verwendet. Die in solchen Karten dargestellten Standortseinheiten werden sehr wesentlich durch die Bodenverhältnisse geprägt und definiert. Im Naturschutzgebiet Karwendel in Nordtirol wurden forstliche Standortskarten zur Ableitung der potentiell-natürlichen Waldvegetation und als Grundlage zur Festlegung der Ziele für die zukünftige Waldbewirtschaftung verwendet. Gemeinsam mit einer Waldbiotopkartierung und einer Naturnähebewertung mit naturschutzorientiertem Wertmaßstab wurde ein Naturpflegeplan erstellt, der helfen soll den Zielen der Karwendelschutzverordnung (§5b verpflichtet zur standortsangepassten, pfleglichen Nutzung der Waldbestände mit der Zielsetzung der Bestanderhaltung als naturnahes Ökosystem) gerecht zu werden. Dieser Naturpflegeplan ermöglicht auf Basis eines Soll-Ist-Vergleiches auch die Beobachtung der weiteren Entwicklung aller Wälder des gesamten Naturschutzgebietes, die den Hauptanteil der Fläche dieses Gebietes beanspruchen (PLETTENBACHER & STÖHR, 1999).

Eine weitere Studie bei der auf bestehende Bodenkarten (Bodentypenkarte) zurückgegriffen wurde, ist die Beschreibung der Bestandessituation der Feuchtwiesen im Pannonischen Raum (UMWELTBUNDESAMT, 1993). Ziel dieser Untersuchung war es, kleinräumige Feuchtgebiete, außerhalb der bekannten großen Feuchtlebensräume wie Donau und Neusiedlersee, im trockensten Klimaraum Österreichs auszuweisen sowie Ort, Größe und Gefährdung dieser Gebiete kurz zu beschreiben. Zusätzlich sind Vorschläge zur Pflege bzw. Erhaltung der Gebiete enthalten.

2.8 Unterschiedliches Verhalten radioaktiver Substanzen

Bei der Beurteilung von radioaktiven Substanzen in Ökosystemen steht die Strahlungsdosis, die auf den Menschen, die Tiere und die Pflanzen wirkt, im Mittelpunkt. Daher ist vor allem der Abbau der Radionuklide in der Nahrungskette, aber auch deren Verhalten in den verschiedenen Umweltkompartimenten, wie z.B. dem Boden (UMWELTBUNDESAMT & BMGK, 1996), zu untersuchen. Ausgehend von der Belastung mit radioaktiven Substanzen aus der Luft ist, abgesehen von den ersten Wochen nach einem Unfall (z.B. Tschernobyl), besonders der Transfer der Radionuklide vom Boden über die Pflanze in die Tiere und den Menschen von Interesse. Aus Untersuchungen zeigte sich, dass der Boden ein fundamentaler Einflussfaktor für die Kontamination von Pflanzen und tierischen Nahrungsmitteln mit radioaktivem Cäsium ist. Starken Einfluss auf die Bioverfügbarkeit von Cäsium im Boden hat der Anteil an Tonmineralen, in denen Cäsium im Austausch mit Kalium fixiert wird, und der Gehalt an organischer Substanz wegen deren Sorptionskapazität bezüglich Cäsium (WRIGHT et al., 1998). Da das Cäsium im Boden in kationischer Form vorliegt, steigt dessen Mobilität - so

wie auch bei anderen Radionukliden - mit fallendem pH-Wert, abnehmendem Tongehalt und somit abnehmender Kationenaustauschkapazität (GERZABEK & STREBL, 1997).
In Abhängigkeit vom Bodentyp und seinen Eigenschaften sowie den Pflanzenarten, die verschieden große Aufnahmeraten von Cäsium aufweisen, werden von Weidetieren (z.B. Kühe, Schafe) unterschiedlich große Mengen an Cäsium aufgenommen. So wurden für eine europaweite Abschätzung von „critical loads" für radioaktives Cäsium in Kuhmilch verschiedene Bodenkategorien (aus der CORINE-Datenbank) auf Basis der Bodentextur verwendet (WRIGHT et al., 1998).
Weiters ist zu beachten, dass die Wanderungsgeschwindigkeit der Radionuklide und somit eine mögliche Gefährdung des Grundwassers neben der Wasserbilanz des Standortes von den Bodenfaktoren abhängt (GERZABEK & STREBL, 1997). Bodenkarten mit korrespondierenden bodenkundlichen Daten stellen daher eine wesentliche Grundlage für Abschätzungen des Verhaltens radioaktiver Substanzen in verschiedenen Ökosystemen dar.

2.9 „Critical Loads" für Schadstoffeinträge

Seit 10 Jahren werden in einem eigenem Programm (ICP Mapping) der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen der UN-ECE (UN Economic Commission for Europe) Europakarten von kritischen Einträgen (critical loads) an Azidität, Schwefel und Stickstoff sowie deren Überschreitung erstellt (UN-ECE, 1991). Die Darstellung der Überschreitungen ist auf ein 150x150 km Netz (EMEP) bezogen.
Die kritischen Einträge in Bezug auf terrestrische Ökosysteme werden sehr stark durch Bodeneigenschaften geprägt. So wird z.B. der kritische Eintrag (critical load) für Azidität in Forstböden neben der Verwitterung des Bodenmaterials durch die Bodenart, die Gründigkeit und die Sulfatadsorptionskapazität beeinflusst (NILSSON & GRENNFELT (eds.), 1988). Zur Abschätzung der Verwitterungsraten der basischen Kationen werden Bodenkarten, wie z.B. die digitalisierte FAO Bodenkarte Europas, verwendet, wobei vor allem das Ausgangsmaterial und die Textur von Bedeutung sind (UMWELTBUNDESAMT BERLIN, 1996).
Die Europakarten werden auf Basis von nationalen Beiträgen erstellt. Die Daten für Österreich werden für ein 2,75 x 2,75 km Netz (Österreichische Forstinventur) berechnet, wobei zur Ableitung der Verwitterungsklassen die Bodenkarte von Fink (1979) und die geologische Karte von Österreich verwendet wird (UN-ECE, 1991, 1993, 1995). In Zukunft sollte der Österreichausschnitt der aktuellen FAO Bodenkarte Europas (ESB, 1999) samt Zusatzinformationen (z.B. Ausgangsmaterial, Bodenart) herangezogen werden, der allerdings noch überarbeitet werden muss.
Auch bei der Abschätzung der Stickstoffimmobilisierung, die in die Berechnung der kritischen Einträge für Stickstoff eingeht, wird die Bodenkarte eingesetzt (UN-ECE, 1995). Für die Abschätzung der Einträge an Protonen und Stickstoff in Waldböden der Tiroler Kalkalpen wurden Daten der Tiroler Bodenzustandsinventur 1988 (z.B. Höhenlage, Ausgangsmaterial, Profiltiefe, Nährstoffgehalte) verwendet (KNOFLACHER & LOIBL, 1996).

Im Rahmen der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen der UN-ECE wurde 1998 das „Protokoll über Schwermetalle" unterzeichnet. Darin werden die teilnehmenden Staaten unter anderem aufgefordert, Forschungsaktivitäten zu unterstützen, um wirkungsbezogene Grenzen des Schwermetalleintrages (critical loads) in empfindliche Ökosysteme insbesondere für Cadmium, Blei und Quecksilber zu definieren.

Dafür wurde eine Ad-hoc-Expertengruppe eingerichtet, die in ihren bisherigen drei Treffen an einer Methodologie arbeitete, um letztlich Karten von Eintragsüberschreitungen der genannten Metalle erstellen zu können (UN-ECE, 1999, 2000).
In dieser Expertengruppe wurde Übereinkunft darüber erzielt, die Grenzen an der Gesamtkonzentration der Metalle in der Bodenlösung festzulegen (critical limits). Für die Modellierung der Konzentrationen in der Bodenlösung werden Transferfunktionen benötigt, die auf Gesamtgehalten im Boden und den für die Bioverfügbarkeit maßgeblichen Bodeneigenschaften beruhen. An der Entwicklung und Testung dieser Modelle wird derzeit gearbeitet.
Ergebnis der Arbeiten sollen Karten sein, die in verschiedenen Maßstäben (über das gesamte Gebiet der UN-ECE bis zu regionalen und lokalen Fallstudien) Überschreitungen des Eintrags von Schwermetallen ausweisen. Da in die Transferfunktionen verschiedene Bodeneigenschaften maßgeblich eingehen, werden als Grundlage Bodenkarten im entsprechenden Maßstab benötigt. Daten über Gesamtgehalte der genannten Schwermetalle im Boden, meteorologische Informationen und Karten über die Bodenbedeckung bzw. Bodennutzung müssen in diese Darstellungen ebenfalls einfließen.

2.10 Waldschadensforschung

Seit dem Auftreten der sogenannten „neuartigen“ Waldschäden am Beginn der achtziger Jahre, hat sich die *Forschungsinitiative gegen das Waldsterben* (FIW) mit der Ursachenanalyse von Waldschäden und der Ableitung praxisorientierter Sanierungskonzepte beschäftigt. Dafür dienten bei Untersuchungen in Problemgebieten Österreichs forstliche Standortskarten und –kartierungen als wichtige Grundlagen.
In der FIW-Fallstudie Zustandsdiagnose und Sanierungskonzepte für belastete Waldstandorte in der Böhmischen Masse (FÜHRER & NEUHUBER, 1994) wurden forstliche Standortskarten, die in den sechziger Jahren als Bewirtschaftungsgrundlage erstellt wurden, zur Erklärung und Analyse des Bodenzustandes und der Nährstoffversorgung der Bäume (KATZENSTEINER, 1994) sowie der Bestandesstabilität (HAGER & WILLINGER, 1994) herangezogen. Von STERBA (1994) wurde unter Berücksichtigung der forstlichen Standortskarierung ein Waldbewirtschaftungskonzept für dieses Gebiet entwickelt.
Basierend auf einer detaillierten Standortskartierung wurde auch von HAUPOLTER (1999) der Zustand der Bergwälder der nördlichen Kalkalpen am Beispiel des Tiroler Loisachtales analysiert und geeignete Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung erarbeitet.

2.11 Integrated Monitoring

Detaillierte Boden- und Standortskartierungen werden im Rahmen von ökosystemaren Monitoringprojekten erstellt bzw. für Auswertungen oder weiterführende Untersuchungen verwendet. Beispielsweise wurde auf einem vom Umweltbundesamt betreuten Standort des langfristigen Ökosystem-Monitorings (Integrated Monitoring, UN-ECE) eine Bodenkartierung für 89 ha durchgeführt, deren Ergebnis als Karte im Maßstab 1:2.000 vorliegt (GRATZER, 1997a). Zusätzlich wurden auf dieser Monitoringfläche in einem Raster von 100 x 100 m (chemische und physikalische) Bodenaufnahmen inklusive bodengenetischer Ansprachen durchgeführt (GRATZER, 1997b). Diese Bodeninformationen wurden mit Standortsparametern und Vegetationsdaten (SCHUME, 1997) verschnitten und mit Hilfe multivariater statistischer Verfahren Standortstypen klassifiziert. Diese kombinierten Auswertungen (SCHUME,

1998) finden als Werkzeug für die Stratifizierung bei der standortstypischen Probeflächenauswahl für weitere Detailuntersuchungen innerhalb des Projektes Verwendung. Zusätzlich werden die Boden- und Standortskartierung für die Verknüpfung mit anderen Monitoringprojekten (z.B. Naturrauminventur des Nationalparks Kalkalpen) herangezogen (MIRTL, 2001).

2.12 Boden- und Standortskarten als Lehr- und Lernobjekt

In der schulischen und universitären Ausbildung werden Boden- und Standortskarten vor allem im Bereich Land- und Forstwirtschaft, aber auch in anderen Disziplinen, wie z.B. der Landschaftsplanung, verwendet.
So werden etwa Bodenkarten im Studium der Landwirtschaft im Rahmen bodenkundlicher Lehrveranstaltungen zur Veranschaulichung der flächigen Verbreitung von Bodentypen und örtlichen Besonderheiten (z.B. bei Feldübungen) herangezogen.
Beim Studium der Forstwirtschaft finden forstliche Standortskarten für zahlreiche Lehrveranstaltungen Verwendung. Die Studenten erlernen einerseits Feldmethoden zur forstlichen Standortsaufnahme als auch moderne Auswerteverfahren unter Einsatz geographischer Informationssysteme und numerischer Auswerteverfahren. In der Ausbildung der Forststudenten mittels Feldübungen wird beispielsweise die Standortskarte des Lehrforstes der Universität für Bodenkultur im Rosaliengebirge als Lehr- und Lernmaterial verwendet. Sie wird insbesonders bei praktischen Übungen im Lehrforst in den Pflichtfächern

- Waldbau (Grundlage für die Baumartenwahl, Abschätzung der Stabilität z.B. gegen Windwurf durch Angabe der Bodentypen)
- Forsteinrichtung (Grundlage für die dezennale Planung der Nutzungsmaßnahmen, Einteilung der Waldflächen in Behandlungseinheiten, Abschätzung der Zuwachsleistung) sowie
- Forsttechnik (Beurteilung des Bodens im Strassen- und Brückenbau sowie für den Transport des geschlägerten Holzes über den Waldboden)

als Arbeitsunterlage eingesetzt.

Im Rahmen des Studienplans der Studienrichtung Landschaftsplanung und Landschaftspflege wird die Vorlesung ‚Bodenschätzung und Bodenkartierung' als Wahlfach angeboten. Neben der Erstellung von Bodenkarten und bodenkundlichen Gutachten wird den Studenten in dieser Lehrveranstaltung auch deren Interpretation und praktische Anwendung in verschiedenen Bereichen gelehrt. Ein weiteres Lehrziel besteht in der Beurteilung von Acker- und Grünlandstandorten im Hinblick auf ihr Naturraumpotential und ihre ökologische Wertigkeit sowie in der Ableitung des Einheitswertes aufgrund der Erhebung der Bodenschätzung als Basis für landwirtschaftliche Abgaben, Beiträge und Förderungen.
Zusätzlich finden Boden- und Standortskarten bei einschlägigen Diplomarbeiten und Dissertationen Verwendung.
Auch in der Ausbildung der österreichischen Förster, wie z.B. in der Forstschule Bruck, werden Standortskarten (der zwei Lehrforste) als Unterrichtsmaterial in ähnlichen Fächern eingesetzt.

3 AUSBLICK

Anhand der vorgestellten Beispiele, die sich in diesem Beitrag auf Flächendaten beschränken, wird die Breite des Einsatzbereiches für Bodeninformationen deutlich. Dabei wurden im Rahmen dieses Artikels nur Aspekte des Bodenschutzes und nicht alle anderen, ebenso bedeutenden wirtschaftsbezogenen Anwendungen, insbesondere jene der Land- und Forstwirtschaft berücksichtigt. Um die Nutzung in Zukunft zu optimieren wird eine verstärkte Verknüpfung von Flächen- mit Punktdaten empfohlen. Für eine Übersichtsbodenkarte und für Punktdatenbestände von über 40 unterschiedlichen Erhebungen wurde dies in dem österreichweiten Bodeninformationssystem BORIS [http://www.ubavie.gv.at/boden/boris] des Umweltbundesamtes in einem ersten Schritt bereits realisiert. SCHWARZ et al. (1994) beschrieben weiters eine zukünftige über Bodendatenbestände im engeren Sinne hinausgehende Verknüpfung mit weiteren Datenbeständen unter anderem mit Verdachtsflächenkataster, Altlastenatlas, geochemischen Daten, Bodennutzungsdaten (z.B. CORINE LANDCOVER), naturschutzrechtlich geschützten Gebieten, Wasserschutz- und Schongebieten mit dem Ziel, einerseits die vermehrten und komplexer werdenden Anforderungen eines umfassenden Umweltschutzes leichter erfüllen zu können und anderseits die vorliegenden Informationen einem breiteren Anwenderkreis zur Verfügung zu stellen. Durch den Aufbau eines „Österreichischen Boden Netzwerkes“ könnten einerseits Umweltschutzaspekte und darüber hinaus auch weitere Anforderungen von Land-, Forst- Wasser- und Abfallwirtschaft, Naturschutz, Landes- Landschafts- und Raumplanung, sowie von Unterricht, Forschung und Öffentlichkeitsarbeit erfüllt werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die wesentlichen Anforderungen - in Bezug auf Boden- und Standortsaufnahmen - zur Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen in der Zukunft darin bestehen

- Bodeninformationen aus der Feldarbeit zu erhalten, digital verfügbar zu machen und methodisch weiterzuentwickeln,
- Informationen zu verknüpfen, Modelle zu entwickeln und anzuwenden,
- Wissen über Boden zu vermitteln und über Öffentlichkeitsarbeit für ein breiteres Verständnis des Lebensraumes Boden zu sorgen und
- gesetzlich zu regeln, dass Bodeninformationen für Aufgaben im Rahmen des Umweltschutzes in schnell abrufbarer Weise - nach Vorbild des Bodeninformationssystems BORIS - beispielsweise in Form eines „Österreichischen Boden Netzwerkes“ zur Verfügung stehen.

4 LITERATUR

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (1995): Bodennutzungs- und Belastungskataster Brixlegg. Innsbruck.

ARBEITSGRUPPE BODENNUTZUNG IN WASSERSCHUTZ- UND –SCHONGEBIETEN (1992): Strategien zur Reduzierung standort- und nutzungsbedingter Belastungen des Grundwassers mit Nitrat. Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, Oldenburg.

AUBRECHT, P. & GRUBER, D. (2000): Wasservorsorgegebiete. Darstellung zur Bodenbedeckung und Flächennutzung, Altlasten und Verdachtsflächen, Geologie und Böden. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

BFL (1991): Erosionsgefährdung in Österreich. Stand Juni 1991, unveröffentlicht. Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien.

BFL (1997): Bodenschutz in Österreich. Bodenzustand, Entwicklungstendenzen, Schutzmaßnahmen. Hrsg., im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wissenschaftliche Leitung: BLUM, W.E.H., KLAGHOFER, E., KÖCHL, A. & RUCKENBAUER, P., BFL, Wien.

BMLF (1997): Wasserwirtschaftskataster - Pilotprojekt Grundwassersanierung Korneuburger Bucht, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

BMLF (1999): Gewässerschutzbericht 1999. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 290 S., Wien.

CEPUDER, P.; TULLER, M.; SCHWAIGHOFER, B.; MÜLLER, H.; KORTSCHAK, E.; LIEBHARD, P.; HAGER, H.; HUBER, S. und HABERL, R. (1997): Statusanalyse Tullnerfeld - Endbericht. Im Auftrag der Niederösterreichischen Landesregierung, Gruppe Wasser - Abteilung Wasserwirtschaft WA2, Universität für Bodenkultur, Wien, 210 S.

EISENHUT, M. (1990): Auswertung der Österreichischen Bodenkarte 1:25000 für die Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung von Böden. Bericht Nr. 5/1990, Bundesanstalt für Bodenwirtschaft, Wien.

ENGLISCH, M. & KILIAN, W. [Hrsg.] (1998): Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich. FBVA Berichte 117, Wien.

ESB (1999): The European Soil Database: FAO soil name – Version 1.0. European Soil Bureau, JRC, European Commission.

FEICHTINGER, F. (1998): STOTRASIM – Ein Modell zur Simulation der Stickstoffdynamik in der ungesättigten Zone eines Ackerstandortes. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Band 7, 14-41, Petzenkirchen.

FINK, J.; WALDER, R. & RERYCH, R. (1979): Tafel IV/4 Böden und Standortbeurteilung. Österreich-Atlas, 6. Lieferung, Österr. Akad. D. Wiss., Kommission für Raumforschung, Wien.

FÜHRER E. & NEUHUBER F. (1994): Zustandsdiagnose und Sanierungskonzepte für belastete Waldstandorte in der böhmischen Masse. Forstliche Schriftenreihe der Univ. f. Bodenkultur 7.

GERZABEK, M. H. & F. STREBL (1997): Radionuklide. In: BFL (1997): Bodenschutz in Österreich. Bodenzustand, Entwicklungstendenzen, Schutzmaßnahmen. Hrsg., im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wissenschaftliche Leitung: BLUM, W.E.H., KLAGHOFER, E., KÖCHL, A. & RUCKENBAUER, P., BFL, Wien.

GLATZEL, G. (1985): Schwermetallbelastung von Wäldern in der Umgebung eines Hüttenwerkes in Brixlegg/Tirol. II. Teil: Wachstum und Mineralstoffernährung von Fichtenpflanzen (Picea abies) auf schwermetallbelastetem Waldbodenhumus. Cbl.ges. Forstwesen, 101 (1).

GRATZER, G. (1997a): Bodenerhebung am Zöbelboden 1992. Umweltbundesamt, Wien, Integrated Monitoring Serie, IM-Rep-004.

GRATZER, G. (1997b): Wissenschaftliche Bearbeitung der Bodeninventur am Zöbelboden 1992-1996. Umweltbundesamt, Wien, Integrated Monitoring Serie, IM-Rep-008.

HAGER H. & WILLINGER M. (1994): Schneebruch und Windwurf im Böhmerwald. Forstliche Schriftenreihe der Univ. f. Bodenkultur 7; S.147 –170.

HAUPOLTER, M. (1999): Zustand von Bergwäldern in den nördlichen Kalkalpen Tirols und daraus ableitbare Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung. Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien.

JELEM, H. (1974): Die Auwälder der Donau in Österreich (Mit Kartenbeilagen). Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, Band 109 B.

KATZENSTEINER K. (1994): Mineralstoffernährung und Bodenzustand in Fichtenwaldökosystemen des Böhmerwaldes. Forstliche Schriftenreihe der Univ. f. Bodenkultur 7; S. 57-66.

KNOFLACHER, H.M. & LOIBL, W. (1996): Abschätzung des Risikos durch Protonen und Stickstoff-Einträge für Waldböden des Tiroler Kalkalpin. FBVA-Bericht 94, 231-271, Wien.

KUDERNA, M.; POLLAK, M. & MURER, E. (2000): Überprüfung von drei in Österreich üblichen Modellansätzen zur Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung-Endbericht. Im Auftrag der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserbau, Linz und dem Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Wien.

MIRTL, M. (2001): Stratifizierung von Bodenproben für Textur-, Dichte- und Mineralbestandsanalysen. Umweltbundesamt, Wien, Integrated Monitoring Serie, IM-Doc-020, in Arbeit.

MURER, E. & STENITZER, E. (2001): Simulation der Grundwasserneubildung auf Basis der Österreichischen Bodenkarte 1:25000. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., Heft 62, Wien.

NELHIEBEL, P. & EISENHUT, M. (1986): Die Bodenempfindlichkeitskarte – Ein Beitrag zum Umweltschutz. Mitt. österr. geol. Ges. Heft 79, S. 163-174; Wien.

NIEDERÖSTERREICHISCHEN KLÄRSCHLAMMVERORDNUNG (1994): LGBl. Nr. 6160/2-0 (Stammverordnung 80/94) idF LGBL. Nr. 6160/2-2 (2. Novelle 63/00).

NILSSON & GRENNFELT (eds.) (1988): Reprint of the workshop report on Critical Loads for Sulphur and Nitrogen, Skokloster, Sweden. Nordic Council of Ministers, NORD 1988:16.

OMV (2000): Umweltverträglichkeitserklärung Steiermark Phase II Bericht Boden-Landwirtschaft, Projekt: Trans Austria Gasleitung LOOP II

ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT & UMWELTBUNDESAMT (1998): Umweltdaten 1997. Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.

PLETTENBACHER, T. & STÖHR, D. (1999): Naturschutzgebiet Karwendel – Biotopinventar/Naturpflegeplan. Sauteria 10, Biotopkartierung im Alpennraum 1997, Salzburg.

RISS, A.; HAGENMAIER,H. & ROTARD, W. (1990a): Wirkungen von Dioxinimmissionen auf Boden, Grünlandaufwuchs und Kuhmilch – Fallstudie anhand einer Metallrückgewinnungsanlage in Österreich. VDI Berichte 837, VDI Verlag, Düsseldorf.

RISS, A.; SCHWARZ, S.; BENETKA, E. & REBLER, R. (1990b): Schwermetalle in Böden, und Grünlandaufwuchs in der Umgebung einer Kupferhütte in Brixlegg/Tirol. VDI Berichte 837, VDI Verlag, Düsseldorf.

SCHNEIDER, W. et al. (2001): Die Landwirtschaftliche Bodenkartierung in Österreich. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., Heft 62, Wien.

SCHUME, H. (1997): Vegtationskundliche Charakterisierung des Integrated Monitoring Standortes Zöbelboden. Umweltbundesamt, Wien, Integrated Monitoring Serie, IM-Rep-009.

STALZER, W. (1995): Rahmenbedingungen für eine gewässerverträgliche Landbewirtschaftung. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Bd. 1, S. 1-24.

STERBA, H. (1994): Waldbewirtschaftungskonzepte für stark belastete Waldgebiete des Mühlviertels. Forstliche Schriftenreihe der Univ. f. Bodenkultur 7; S. 271 –290.

UMWELTBUNDESAMT (1988): Naturwissenschaftlicher Problem- und Zielkatalog zur Erstellung eines österreichischen Bodenschutzkonzeptes. Wien (Monographien; Band 8)

UMWELTBUNDESAMT (1989): Starkregenereignisse und Erosionsschäden im Niederösterreichischen Zentralraum. Wien (Reports; UBA-89-040).

UMWELTBUNDESAMT (1993): Zur Bestandessituation der Feuchtwiesen im Pannonischen Raum. Wien (Reports, UBA-93-085).

UMWELTBUNDESAMT (1990): Montanwerke Brixlegg – Wirkungen auf die Umwelt. Wien. (Monographien; Band 27).

UMWELTBUNDESAMT (1996): Umweltsituation in Österreich - Vierter Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt Wien.

UMWELTBUNDESAMT (1999): Die Empfindlichkeit der österreichischen landwirtschaftlich genutzten Böden gegen Schadstoffeintrag am Beispiel Klärschlamm. Wien (Berichte; UBA-BE-122).

UMWELTBUNDESAMT (2001): UVE-Leitfaden. Eine Information zur Umweltverträglichkeitserklärung. 2. erw. und aktual. Auflage, Wien (in Vorbereitung).

UMWELTBUNDESAMT & BMGK (1996): Cäsiumbelastung der Böden Österreichs – 2. Erweiterte Auflage. UBA-Monographie Band 60, Wien.

UMWELTBUNDESAMT BERLIN (1996): Manual on Methodologies and Criteria for Mapping Critical Levels/Loads and Geographical Areas Where They are Exceeded. UBA Texte 71/96, Berlin.

UN-ECE CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION (1991): Mapping Critical Loads for Europe. CCE Technical Report No. 1. Hettelingh, J.P.; Downing, R.J.; de Smet, P.A.M. (eds.), Coordination Center for Effects, National Institute of Public Health and Environment Protection, Bilthoven.

UN-ECE CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION (1993): Calculation and Mapping Critical Loads in Europe. Status Report 1993. Downing, R.J.; Hettelingh, J.P.; de Smet, P.A.M. (eds.), Coordination Center for Effects, National Institute of Public Health and Environment Protection, Bilthoven.

UN-ECE CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION (1995): Calculation and Mapping of Critical Thresholds in Europe. Status Report 1995. Posch, M.; de Smet, P.A.M.; Hettelingh, J.P.; Downing, R.J. (eds.), Coordination Center for Effects, National Institute of Public Health and Environment Protection, Bilthoven.

UN-ECE CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION, TASK FORCE ON MAPPING (1999): Workshop on Effects-based Approaches for Heavy Metals. Schwerin, Germany 12 – 15 October 1999. Umweltbundesamt, Texte 87/99, Berlin.

UN-ECE CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION, ICP ON MAPPING CRITICAL LOADS AND LEVELS (2000): Ad hoc International Expert group on effect-based Critical Limits for Heavy Metals. Bratislava, Slovak Republic 11 – 13 October 2000. Proceedings. Soil Science and Conservation Research Institute, Bratislava.

UVP-G 2000: Bundesgesetz über die Überprüfung der Umweltverträglichkeit (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000), BGBl. 697/1993 idF BGBl. I 89/2000.

VORARLBERGER KLÄRSCHLAMMVERORDNUNG (1997): LGBl. Nr. 75/1997.

WARSTAT, M. (1985): Auswertung von Bodenkarten bezüglich der Nitrataustragsgefährdung von Böden. Mitt. Deutsch. Bodenkundl. Ges. 43/II, S. 1009-1014.

WRIGHT, S.M.; HOWARD, B.J.; BARNETT, C.L.; STEVENS, P.; ABSALON, J.P. (1998): Development of an approach to estimating mid- to long-term critical loads for radiocaesium contamination of cow milk in western Europe. Science of the Total Environment 221(1): 75-87.

BODENINFORMATIONEN IN ÖSTERREICH AKTUELLER STAND UND AUSBLICK

Sigrid SCHWARZ [a], Michael ENGLISCH [b], Karl AICHBERGER [c], Andreas BAUMGARTEN [d], Winfried BLUM [e], Otto DANNEBERG [d], Gerhard GLATZEL [f], Sigbert HUBER [a], Walter KILIAN [g], Eduard KLAGHOFER [h], Othmar NESTROY [i], Alfred PEHAMBERGER [j], Josef WAGNER [k] & Martin GERZABEK [l]

[a] Umweltbundesamt, Wien
[b] Forstliche Bundesversuchsanstalt, Inst. für Forstökologie, Wien
[c] Bundesamt für Agrarbiologie, Linz
[d] Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Inst. für Bodenkartierung, Wien
[e] Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur, Wien
[f] Institut für Waldökologie, Universität für Bodenkultur, Wien
[g] Grillparzerstraße 4, Baden
[h] Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen
[i] Institut für Technische Geologie und Angewandte Mineralogie, Technische Universität Graz
[j] Finanzlandesdirektion für Wien, NÖ und Bgld, Bodenschätzung
[k] Bundesministerium für Finanzen, Abteilung Bodenschätzung und Einheitsbewertung, Wien
[l] Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf und Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur, Wien

„Geschätzt und geschützt wird nur das, was man kennt“ Jürg Zihler, BUWAL, Schweiz

Zusammenfassung

Auf einen Überblick über die umfangreiche Datenlage zu Flächen- und Punkterhebungen in Österreich folgen Beispiele für Verknüpfungen von Datenbeständen, wobei das Bodeninformationssystem BORIS des Umweltbundesamtes näher beschrieben wird. Anwendergruppen werden ebenso beschrieben wie Instrumente zum Einsatz von Bodeninformationen. Abschließend wird die Datenlage für Österreich generell als gut beurteilt, wobei jedoch die Weiterentwicklung von „Anwendungsmethoden“, die Digitalisierung und vor allem die Vernetzung der bestehenden Datenbestände beispielsweise in Form eines „Österreichischen Boden Netzwerkes“ empfohlen wird. Dafür gilt es rechtliche und technische Voraussetzungen zu schaffen. Darüber hinaus ist der Aus- und Weiterbildung sowie der Öffentlichkeitsarbeit zur Schaffung eines höheren Bewusstseins für das Thema „Bodenschutz“ verstärkte Beachtung zu schenken.

Summary

An overview of available data from spatial and point related soil surveys in Austria is given, followed by examples for the combination of data sources, such as provided within the soil information system BORIS. Furthermore user groups and tools for the use of soil information are described. The data situation in Austria is regarded as good, although continuous development of „application methods“, digitalisation and especially combination of existing data in the form of an „Austrian Soil Network“ is recommended. In the future, more emphasis should be placed on (continual) education and extension as well as public information for the creation of enhanced awareness for soil protection.

1 Einleitung

Österreich verfügt, wie etwa in EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA, 2001) dargestellt, im europäischen Vergleich über eine Fülle von Bodeninformationen. Einen detaillierten Überblick über den in Österreich vorhandenen Datenbestand geben BLUM et al. (1999) in BULLOCK et al. (Hrsg., 1999) und SCHWARZ et al. (1994) sowie mit einem Schwerpunkt auf flächenbezogene Informationen, die Arbeiten im vorliegenden Band (ENGLISCH et al., 2001; SCHNEIDER et al., 2001; WAGNER, 2001).

Bodeninformationen, seien es Informationen zur Verteilung, den Eigenschaften und den potentiellen Nutzungen von Böden oder Informationen zum Verständnis der Bodenprozesse, werden für eine Vielzahl von Fragestellungen eingesetzt. Zusätzlich zu den traditionellen Anwendungen zur Steuerung der (nachhaltigen) Nutzung in Land- und Forstwirtschaft treten vermehrt umweltrelevante, landschafts- und raumplanerische Fragestellungen. Neben Aktivitäten zur Verringerung der Einträge von Schadstoffen oder versauernden Substanzen stehen Themenbereiche wie die Auswirkungen von (Über)düngung, Abfallbeseitigung, Remediation kontaminierter Standorte, Veränderungen der Bodenstruktur, die Immobilisierung von Radionukliden und vor allem die Trinkwasserproduktion, die Gefahr der Bodenerosion und die Bodenverluste durch Versiegelung zur Bearbeitung an.

Erstmalig in der Geschichte werden Bodeninformationen auch politischer Verhandlungsgegenstand. Dies trifft sowohl für die Kohlenstoffbindung (CO_2) durch Böden im Rahmen des Kioto-Protokolls zu, wie auch für die bevorstehenden Verhandlungen über den Handel mit agrarischen Gütern durch die Welthandelsorganisation (WTO) und die Bemühungen der OECD im Vorfeld dieser Verhandlungen, Daten bezüglich Agrar- und Umweltfragen zusammenzuführen. Hier haben Böden als Schnittstelle zwischen der Atmosphäre, dem Grundwasser und der Biosphäre wesentliche Bedeutung.
Das Interesse an Bodeninformationen nimmt auch auf europäischem Niveau deutlich zu, seit der politische Wille bekundet wurde, Bodeninformationen für die Steuerung der Umwelt in Europa zu nutzen. Wesentliche Träger dieser Aktivitäten sind das Europäische Bodenbüro (European Soil Büro = ESB) in Ispra/Italien als Institution der Gemeinsamen Forschungsstelle (Joint Research Center = JRC) sowie die Europäische Umweltagentur (European Environment Agency = EEA) in Kopenhagen. Letztere ist dabei, durch die Errichtung eines Europäischen Forschungszentrums für „Terrestrische Umwelt“ (ETC „Terrestrial Environment”) in Zusammenarbeit mit dem ESB und Partnern in den verschiedenen europäischen Ländern ein integriertes europäisches Bodeninformationssystem zu entwickeln.

Neben diesen weltweiten und europäischen Aktivitäten bezüglich Bodeninformation sind auch nationale Fragestellungen, die von ökonomischen bis zu umweltrelevanten Fragen (vgl. auch FREUDENSCHUSS et al., (2001) in diesem Band) reichen, von großer Bedeutung.

Es ist daher von zunehmender Wichtigkeit, neben dem Erheben und Sammeln von Bodeninformationen auch deren Harmonisierung, Strukturierung, Vernetzung und Verteilung voranzutreiben.

Die vorliegende Arbeit versucht daher,

- die vorhandenen Bodeninformationen und deren Verfügbarkeit - unter „Verfügbarkeit" wird im folgenden nicht nur die Art der Datenhaltung verstanden, sondern auch ihr Normierungsgrad, die (rasche, einfache) Zugänglichkeit für potentielle Nutzer sowie Werkzeuge zur Anwendung und Umsetzung von Bodeninformationen - zu sichten,
- zukünftige Perspektiven der Nutzung und Umsetzung der österreichischen Bodeninformationen auf nationaler wie internationaler Ebene darzustellen,
- sowie auf die Vernetzung der Bodeninformationen untereinander und mit Datenbeständen aus verwandten Fachgebieten zu fokussieren.

2 Überblick über Bodendaten in Österreich und deren Verfügbarkeit

2.1 Flächendaten

In diesem Band wurden Forstliche Standortskartierung (ENGLISCH et al., 2001), Bodenkartierung (SCHNEIDER et al., 2001) und Bodenschätzung (WAGNER, 2001) umfassend dargestellt. Tabelle 1 bietet eine Übersicht über die von den genannten Kartierungssystemen bisher erfassten Flächen, die verwendeten Kartierungsmaßstäbe sowie die Form der Datenhaltung und der Kartenproduktion.

Die Ergebnisse der **Forstlichen Standortskartierung** liegen bei den jeweiligen Datenurhebern (vgl. Tab. 1) auf. Da im Gegensatz zur Bodenkartierung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen die Forstliche Standortskartierung von mehreren staatlichen und privaten Stellen durchgeführt wurde, hat hier vorerst die Sammlung und Inventur der vorhandenen Kartierungen Vorrang. Eine Forschungsarbeit am Institut f. Forstökologie der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA) hat den Aufbau einer entsprechenden Meta-Datenbank (METAMAP) zum Ziel. Die Daten der **Bodenkartierung** (Kartierungsbände und Karten) sind großteils (70 %) publiziert und liegen ebenso wie die Manuskriptbodenkarten, die mit Ausnahme von 9 Kartierungsbereichen fertiggestellt sind, analog vor. Sie können über das Institut für Bodenwirtschaft im Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft (BFL) bezogen werden. Die Digitalisierung des Datenmaterials ist derzeit in Arbeit und Ende 2002 sollen etwa 80 % der Karten digital vorliegen. Die Ergebnisse der **Bodenschätzung** (Schätzungsbücher und Schätzungsreinkarten) liegen auf dem für das jeweilige Gebiet zuständigen Finanzamt auf. Auf Anfrage kann beim Finanzamt in die Originale der Schätzungskarten und Schätzungsbücher Einsicht genommen werden. Seit dem Jahr 1999 werden die Schätzungskarten von den Vermessungsbehörden digital angelegt, wodurch derzeit etwa 15 % der Schätzungskarten und 5 – 10 % der Schätzungsbücher digital bei den Vermessungsbehörden vorliegen. Vor der Nutzung dieser Informationen ist die Zustimmung durch die Finanzverwaltung einzuholen.

Tab. 1: Flächenbezogene Bodeninformationen und deren Verfügbarkeit in Österreich

Flächenbezogenen Daten	**Maßstab** (Reihenfolge nach Häufigkeit)	**Flächendeckung (ha)**	**Datenurheber**	**Verfügbarkeit**
Forstliche Standortskartierung	1:10.000 1:5.000 1:25.000	15% der Waldfläche (ca. 600.000 ha)	Institut f.Forstökologie, FBVA; Institut f. Wald-ökologie, BOKU; AK Standortskartierung, ÖFV; Landesforst-direktionen und Landeslandwirtschafts-kammern	Vorwiegend analog (Karten und Kartierungs-operate) an FBVA und BOKU, vor-wiegend digital bei LFD Tirol (TIRIS), Analyse-daten, Standorts- und Profilbe-schreibungen z.T. digital
Bodenkartierung	1:25.000 1:10.000 1:5.000 1:2.880	98% der kartierungs-würdigen Fläche (=landwirtschaftliche Nutzfläche minus Hochlagen und Extensivflächen) (3,065 Mio. ha)	Institut für Bodenwirt-schaft, BFL	Analog beim Datenurheber (70% Karten und Bände) Digital ab 2003 bei BFL, Institut für Bo-denwirtschaft
Bodenschätzung	1:2.000 1:2.880 1:1.000 1:2.500	100% der landwirt-schaftl. genutzten Fläche (jedoch ohne Alpfläche) (2,7 Mio. ha)	Finanzverwaltung	Analog Finanzämter Dzt. 15% digitale Schätzungskarten bei Finanz- und Vermessungs-ämtern

Tabelle 2 listet in ähnlicher Form die in Österreich verfügbaren Bodenkarten für Übersichts-zwecke auf. Die Bodenkarte 1:750.000 von FINK et al. (1979) wurde im Rahmen des Österreichatlas publiziert und ist bei Freytag und Berndt erhältlich. Digitalisierte Versionen bestehen z.B. im Austrian Research Center Seibersdorf und im Bodeninformationssystem BORIS des Umweltbundesamtes. Für die Bodenschutzkonzeption (BLUM & WENZEL, 1989) wurde der Österreichausschnitt der „FAO-Bodenkarte Mitteleuropas“ adaptiert (RIECK in BLUM & WENZEL, 1989) und für die vom European Soil Bureau 1998 herausgegebene Europabodenkarte 1:1.000.000 wurde von NESTROY (1999) im Namen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft der österreichische Beitrag erarbeitet. Eine Gegenüberstellung der in dieser Karte verwendeten Nomenklatur der FAO mit der Österreichischen Bodensystematik aus den Jahren 1969 und 2000 ist ebenfalls in diesem Band publiziert (NESTROY, 2001). Die Erstellung einer Österreichbodenkarte 1:750.000 nach der neuen Österreichischen Bodensystematik (NESTROY et al., 2000) ist für 2002 geplant. Im Gegensatz zu Deutschland und zu europaweiten Initiativen gibt es in Österreich keine Bodenkarte 1:200.000 bzw. 1:250.000. Diese wäre als Planungsgrundlage auf überregionaler Ebene und für eine zukünftige Einbindung in die vom European Soil Bureau vorgeschlagene Europabodenkarte 1:250.000 dringend erforderlich.

Tab. 2: Boden-Übersichtskarten

Flächenbezogenen Daten	Maßstab	Flächendeckung	Datenurheber	Verfügbarkeit
Österreichkarte (FINK, WALDER & RERYCH, 1979)	1:750.000	100%	Atlas der Republik Österreich; Kommission für Raumforschung der Österr. Akademie der Wissenschaften	Erwerb über Freytag und Berndt; digital in BORIS
Österreichkarte (Auszug aus der FAO-Bodenkarte von Mitteleuropa, überarbeitet) RIEK, in BLUM & WENZEL, 1989	1:1.000.000	100%	Institut für Bodenwirtschaft, BFL	Analog: Bodenschutzkonzeption BLUM et al. 1989 Digital: Inst.f . Bodenforschung
Österreichkarte nach FAO-Nomenklatur (FINK, NESTROY & NAGL, 1998 in NESTROY, 1999)	1:1.000.000	100%	ÖBG	Analog: Heft 58, Heft 62 der Mitteilungen der ÖBG; Digital: CD-Rom ab 2002

2.2 Punktdaten

Da Flächendatenbestände - wie unter Kap.2.1 angeführt - in diesem Band bereits detailliert behandelt werden, nimmt in diesem Beitrag die Beschreibung der Punktdaten einen breiteren Raum ein. Österreich verfügt über eine Fülle von Punktdaten, die aus unterschiedlichsten Erhebungen stammen (vgl. Tabelle 3) und unter verschiedenen Zielsetzungen erhoben wurden.

2.2.1 Landwirtschaftliche und Forstliche Bodenzustandsinventuren

In den letzten 15 Jahren wurden von den Ämtern der Landesregierungen und von Bundesstellen (FBVA, BFL) Bodenzustandsinventuren zur Erfassung des Bodenzustandes in Hinblick auf Nährstoffversorgung und Schadstoffbelastung bzw. mit dem Schwerpunkt möglicher Auswirkungen anthropogener saurer Depositionen an Waldstandorten durchgeführt. Österreichweit wurden ca. 6000 Probeflächen (siehe Tabelle 3) angelegt, die vorwiegend in einem gemeinsamen oder miteinander kompatiblen Punktraster mit Netzweiten zwischen 1,38 und 8,7 km angeordnet sind. 140 Standorte des forstlichen Netzes sind als sogenannten Level I-Flächen in das internationale Konzept zur Waldschadenserhebung (UN-ECE ICP-Forest) eingebunden, weitere 20 Probeflächen sind seit 1994 als Dauerbeobachtungsflächen (Level II-Flächen des UN-ECE ICP-Forest) eingerichtet (NEUMANN [Hrsg.], 2001).
Sämtliche Bodenzustandsinventuren mit der Ausnahme der bereits 1986 durchgeführten Bodenzustandsinventur in Vorarlberg wurden einheitlich nach den Empfehlungen der AG Bodenzustandsinventur der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft (BLUM et al.,1989, 1996a) durchgeführt. Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventuren sind einerseits den Bodenzustandsinventurberichten der einzelnen Bundesländer (AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG, 1999; AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG,

Tab. 3: Übersicht über erhobene Parameter der wichtigsten Punktdatensätze Österreichs

	Anzahl der Standorte	Georeferenzierung*	Allgem. Standortsmerkm.*	Bodenhydrolog. Situation*	Bdspezif. Standortsmerkm.*	Vegetationskundl. Param.*	Bodentyp	Profilbeschreibung	Bodenphysik. Param. Feld	Bodenphysik. Param. Labor	Allgem. Parameter Labor	Nährstoffe	Nährstoffverfügbar keit	SM Gesamtgehalte	SM mobile Anteile	Bodenbiologische Parameter	Org. Schadstoffe	Sonderdaten	Daten digital verfügbar	Daten über BORIS verfügb.
WBZI	514	X	X	X	X	X	X	X	X	zT	X	X	X	X	X	–	zT	X	X	X
GEA	ca. 5.000	X	X	X	X	zT	X	X	X	zT	X	X	zT	zT	–	–	–	zT	X	zT
Profildaten Bodenkartierung	20.000	X	X	X	X	–	X	X	zT	zT	X	X	X	zT	–	–	–	–	zT	–
Bundes u. Landes-musterst.	426	X	X	X	X	zT	X	X	zT	zT	X	zT	zT	–	–	–	–	zT	zT	–
Vergleichsstücke Bodenschätzung	ca. 30.000	X	X	X	X	–	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	zT	zT#	–
Klassenflächenprofile Bodenschätzung	1.400.000	X	X	zT	zT	–	X	zT	zT	–	–	–	–	–	–	–	–	zT	zT#	–
Bodenanalysen für Düngeberatung	ca. 150.000	–	–	zT	–	–	–	–	zT	zT	zT	X	X	zT	–	–	–	–	–	–
BZIs	5.462	X	X	X	X	–	X	X	zT	zT	X	X	X	X	zT	zT	zT	zT	X	X
Cäsiumdaten	2.373	X	–	–	–	–	zT	zT	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Cs	X	X
BDB-Flächen	30	zT	X	X	X	zT	X	X	zT	zT	X	X	X	X	X	zT	zT	zT	zT	zT
Einzelerhebungen in BORIS	1754	X	zT	zT	z.T	zT	zT	zT	zT	zT	z.T	zT	zT	zT	z.T	zT	zT	zT	X	X
BOKU: Inst f. Boden-forschung, Inst f. Waldökologie	ca. 600	zT	zT	zT	z.T	zT	zT	zT	zT	zT	z.T	zT	zT	zT	z.T	zT	zT	zT	zT	–
Weitere Einzelerhebgen	ca. 1000	zT	zT	zT	z.T	zT	zT	zT	zT	zT	z.T	zT	zT	zT	z.T	zT	zT	zT	–	–
Summe	>1.500.000																			

* laut Datenschlüssel Bodenkunde
x ist großteils erfüllt
zT ist zum Teil erfüllt
zu 5 – 10% erfüllt

LANDWIRTSCHAFLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK, 1988 – 1998; AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, 1993; AMT DER TIROLER LANDES-REGIERUNG, 1988, 1996; BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LAND-WIRTSCHAFT, 1996; BUNDESANSTALT FÜR AGRARBIOLOGIE, 1993; BUNDES-ANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT, 1994; HUSZ, 1986, KREINER, 1993, 1998; KREINER et al., 1995) sowie in zusammenfassender Form DANNEBERG et al. (1997, 2000), AICHBERGER (2000) und den Umweltkontrollberichten (UMWELTBUNDESAMT 1993, 1996, 2001) sowie für die forstlichen Flächen FBVA (1992) für Österreich und HUBER & ENGLISCH (1997) für die Länder der ARGE ALP und ARGE Alpen-Adria zu entnehmen.
Sämtliche Daten liegen bei den Datenurhebern bzw. am Umweltbundesamt (Bodeninformationssystem BORIS) in digitaler Form vor (vgl. Tabelle 4).

2.2.2 Profildaten/Punktdaten im Rahmen der Bodenkartierung

Im Institut für Bodenwirtschaft des BFL liegen die Beschreibungen und Analysendaten von etwa 20.000 Bodenprofilen vor, mit mindestens einem bestimmenden Profil für jede kartierte Bodenform. Die Analysendaten umfassen bei den älteren Profilen Angaben zum pH-Wert, zur Korngrößenverteilung (Sand, Schluff, Ton), zum Humus- und zum Kalkgehalt; jüngere Profile wurden zusätzlich auf austauschbare Kationen, elektrische Leitfähigkeit im Wasserauszug, „pflanzenverfügbare“ Nährstoffe und eine Serie von Elementen im Königswasserauszug untersucht. Diese Daten werden derzeit gemeinsam mit den Flächendaten der Bodenkartierung routinemäßig digitalisiert (DANNEBERG, 2000).

2.2.3 Bundes- und Landesmusterstücke der Bodenschätzung

Für die 426 Bundes- und Landesmusterstücke der Bodenschätzung, das sind die rechtsverbindlich kundgemachten Vergleichsflächen der Bodenschätzung, liegen neben einer genauen feldbodenkundlichen Profilbeschreibung auch chemische und physikalische Untersuchungsergebnisse, wie beispielsweise Humusgehalt, pH-Wert, Kalkgehalt und Textur vor.

2.2.4 Profildaten im Rahmen der Bodenschätzung

In den Schätzungsbüchern sind für ca. 30.000 Vergleichsstücke der Bodenschätzung genaue feldbodenkundliche Beschreibungen vorhanden. Für etwa 1,4 Mio. Klassenflächen existieren kurzgefasste, feldbodenkundliche Profilbeschreibungen der charakteristischen Bodenprofile (="Grablöcher"). Die Informationen zu Horizontierung, Humusgehalt, Bodenart, Grobanteil, Kalkgehalt, teilweise auch Vergleyungsmerkmale, Übergänge werden beispielsweise in der folgenden Form angeführt: Ap 0 - 20 cm; h, sL, scho, ka; (Erläuterung der Abkürzungen: h = humos, sL = sandiger Lehm, scho = schottrig, ka= kalkhaltig). Diese Daten werden bei den laufenden Überprüfungsschätzungen digital erfasst.

2.2.5 Bodenanalysedaten im Rahmen der Düngeberatung

Alljährlich werden bis zu 50.000 Bodenuntersuchungen in Hinblick auf eine Optimierung der Düngung durchgeführt. Bei der Einsendung der Proben werden von den Landwirten meist die Parameter Wasserverhältnisse, Grobanteil, Gründigkeit, Bodenschwere und Ertragspotential angegeben. In der Regel erfolgt die der Analyse folgende Bewertung noch ohne Bezug zur genauen Lage der beprobten Fläche. Die Effizienz der Beratung wird sich durch Georeferenzierung und Verknüpfung mit Bodenkartierungs- und Bodenschätzungsdaten deutlich

erhöhen. Diesbezügliche Vorarbeiten sind bereits im Gange. Die Richtlinien des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz beim BMLFUW (FACHBEIRAT, 2000), nach denen diese Bodenuntersuchungen bewertet werden, sehen jedoch schon heute ein System von Zu- und Abschlägen zur Bewertung von über die Labordaten hinausgehenden Standortseigenschaften vor. Somit kann eine Optimierung des Betriebsmitteleinsatzes für den Landwirt und eine Minimierung von unerwünschten Nebenwirkungen (Belastung des Grundwasser, der Vorfluter...) erreicht werden.

2.2.6 Bodendauerbeobachtungsdaten

Unter Bodendauerbeobachtung werden im folgenden Untersuchungen unterschiedlicher Intensität und thematischer Breite verstanden, die jedoch das gemeinsamen Ziel aufweisen, den Boden(zustand) oder wichtige charakterisierende Merkmale wiederholt zu erfassen:

Als Beispiel für Dauerbeobachtung mit hoher zeitlicher Auflösung der Bodenuntersuchungen ist das Integrated Monitoring im Rahmen des UN-ECE Programmes zu nennen. Die in Österreich gelegene Fläche dieses Programmes mit interdisziplinärem Ansatz liegt im Reichraminger Hintergebirge und wird vom Umweltbundesamt betreut (SCHWARZ, 1991; MIRTL, 1996).

Boden-Dauerbeobachtungsflächen, die weitgehend den in Blum et al. (1996b) empfohlenen Konzepten folgen, sind die 20 von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt im Rahmen des UN-ECE ICP-Forest-Programmes (Level II) betreuten Standorte (NEUMANN [Hrsg.], 2001 (s.o.)), sieben ab 1994 eingerichtete Standorte des Landes Salzburg (JURITSCH, 1994) sowie jeweils 2 Standorte der Länder Tirol und Vorarlberg. Auf diesen Flächen werden mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung neben bodenkundlichen Basisparametern umweltrelevante Schwermetalle, organische Schadstoffe, Radionuklide sowie bodenphysikalische und bodenbiologische Parameter erfasst. Dazu kommen Eintragsmessungen und Klimamessungen.

In den Bundesländern Steiermark (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, 1988 – 1998) und Wien werden jeweils mehrere hundert Standorte wiederholt in Hinblick auf spezifische Gefährdungspotentiale (in Wien z.B. Schwermetallbelastung des Bodens, KREINER 1993, 1997, 2001; KREINER et al. 1995) beprobt.

2.2.7 Cäsiumdaten

Nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl wurden in Österreich zahlreiche Untersuchungen auf Cäsium-137 durchgeführt. In einer Arbeit des UBAs wurden diese Daten zusammengeführt und auf deren Basis eine Abschätzung für das gesamte Bundesgebiet vorgenommen (BOSSEW et al., 1996). Die Gehalte von Cäsium-137 sind ebenso wie jene von Cäsium-134 im Bodeninformationssystem BORIS integriert (vgl. Tabelle 4).

2.2.8 Einzelerhebungen – integriert in das Bodeninformationssystem BORIS

Im Zuge des Aufbaus des Bodeninformationssystems BORIS wurden über 30 Untersuchungen mit regionalem Schwerpunkt (z.B. Brixlegg, Linz, Arnoldstein, Köflach-Voitsberg, Marchfeld, Amstetten) mit insgesamt 1754 Standorten nach dem Datenschlüssel Bodenkunde codiert und in das Bodeninformationssystem BORIS aufgenommen.

2.2.9 Weitere Einzelerhebungen

In Österreich liegt über die bisher genannten Erhebungen hinaus eine Vielzahl von Einzeluntersuchungen über Böden und deren Eigenschaften aus dem universitären und außeruniversitären Bereich vor. Einen Überblick über Untersuchungen im universitären Bereich (1975-1990) geben WENZEL & POLLAK (1991). Dieser Überblick liegt in Form einer Metadatenbank am Umweltbundesamt vor. Datensätze aus dem Bereich der Bundesanstalten wurden in dieser Metadatenbank bisher noch nicht systematisch aufgenommen.

Bodenkundliche Erhebungen größeren Umfangs und hoher Intensität fanden im forstlichen Bereich etwa im Rahmen der Projekte der Forschungsinitiative gegen das Waldsterben (FÜHRER & NOPP, 2001), der Differentialdiagnostik der Schäden an Eichen in den Donauländern (SCHUME & HUBER, 1995), des Karstforschungsprogrammes Sengsengebirge (KATZENSTEINER, 2000) oder des Spezialforschungsbereiches Waldökosystemsanierung (GLATZEL et al., 2000) statt.

Bodenkundliche und pflanzenphysiologische Erhebungen im landwirtschaftlichen Bereich mit dem Ziel der Beweissicherung wurden in großem Umfang an sechs Standorten von 1983 bis 1993, dann in vermindertem Umfang bis 1999 in der Umgebung des Kohlekraftwerkes Dürnrohr durch die Austrian Research Centers durchgeführt (siehe z.B. HAUNOLD et al., 1984).

2.3 Normierende Arbeiten zur Vereinheitlichung der Datenbestände

Im Rahmen der Arbeitsgruppen „Bodenchemie", „Bodenphysik", „Erkundung von Altlasten", „Anwendungsrichtlinien für Erden aus Abfällen" des **Österreichischen Normungsinstituts** wurden bisher an die 50 Ö-Normen, die den Bereich Boden betreffen, erstellt. Die Normen definieren bzw. regeln u.a. die Werbung von Bodenproben sowie die Methoden und Verfahren der Bodenanalyse. Für den Bereich der Abfallwirtschaft sind derzeit ebenfalls einige bodenrelevante Normvorhaben in Beratung. Ö-Normen werden laufend ergänzt und aktualisiert (http://www.on-norm.at).

Eine wesentliche Aufgabe der **Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft** (ÖBG) liegt in der Methoden- und Verfahrensharmonisierung im Bereich bodenkundlicher Erhebungen. Sie spielt dabei de facto eine normative Rolle. In diesem Zusammenhang stehen die Österreichische Bodensystematik (FINK, 1969), die Anleitung zur Waldbodenuntersuchung (BLUM et al., 1986), die Anleitung zur Konzeption, Durchführung und Bewertung von Bodenzustandsinventuren (BLUM et al., 1989; BLUM et al., 1996a) sowie das im Auftrag des **Umweltbundesamtes** und in Abstimmung mit der ÖBG entstandene Methodenhandbuch zur Bodendauerbeobachtung (BLUM et al., 1996b). Einen weiteren Schritt zu österreichweit vergleichbaren Datenbeständen stellt die Erstellung des Datenschlüssels Bodenkunde (SCHWARZ et al., 1999) dar, der vom Umweltbundesamt in Abstimmung mit der ÖBG erarbeitet wurde und eine Empfehlung für die einheitliche Erfassung von Bodeninformationen in Österreich darstellt. Nach mehrjährigen Vorarbeiten wurde schließlich die neue Österreichische Bodensystematik von der AG Bodensystematik der ÖBG (NESTROY et al., 2000) publiziert. Im Jahr 1998 wurde von der **Forstlichen Bundesversuchsanstalt** in Kooperation mit der AG Standortskartierung des Österreichischen Forstvereins die Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich (ENGLISCH & KILIAN [Hrsg.], 1998) herausgegeben. Die Arbeitsgruppe nimmt weiterhin die Funktion eines unabhängigen Beirates

wahr, dem die Förderung, Weiterentwicklung und Kontrolle der Vergleichbarkeit der Standortskartierungen obliegt. Als fachliche Leit- und Anlaufstelle ist das Institut für Forstökologie der FBVA mit Qualitätskontrolle, Aufbau und Pflege einer Datenbank, Digitalisierung und fachlich qualifizierter Nachführung bestehender Kartierungen befasst. Eine weitere Plattform für in erster Linie bodenanalytische Fragestellungen stellt die **Arbeitsgemeinschaft der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalten** (ALVA) dar, die ihrerseits sowohl in engem Kontakt zum Österreichischen Normungsinstitut steht als auch als beratendes Gremium im legistischen Bereich von wesentlicher Bedeutung ist. Als eine vom **Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft** installierte Expertenrunde entwickelt der "**Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz**" auf der Basis genormter bzw. von der ALVA empfohlener Bodenuntersuchungsverfahren die Richtlinien für den sachgerechten Einsatz von Düngemitteln in der Land- und Forstwirtschaft (z.B. KILIAN et al., 1994). Die Vorgaben des Fachbeirates werden in vielen Fällen als Grundlage für Gesetze, Verordnungen, aber auch Richtlinien für freiwillige Maßnahmen wie etwa im Rahmen von ÖPUL herangezogen. Im **Benutzerbeirat BORIS,** werden Zugriffsrechte auf das österreichweite Bodeninformationssystem BORIS geregelt.

3 Verknüpfung von Datenbeständen

3.1 Beispiele aus diesem Band

3.1.1 Verknüpfung von Forstlicher Standortskartierung, Bodenkartierung und Bodenschätzung

Die standorts- und bodenkundlichen Kartierungssysteme in Österreich haben sich zwar im Hinblick auf ihre jeweilige Zielsetzung methodisch unterschiedlich entwickelt, verwenden aber doch ähnliche Grundparameter, wodurch eine Zusammenführung mit anschließender Erstellung einer kombinierten Standorts-/Bodenkarte, die kulturgattungsübergreifende Planungen ermöglicht, durchaus realisierbar ist (ENGLISCH et al., 2001).

Die vorwiegend analoge Datenhaltung der Kartierungen sehen die Autoren der genannten Studie in mehrerlei Hinsicht als problematisch: Sie erfordert erhöhten Arbeitsaufwand beim Abgleichen topographischer Inhalte (Verwendung unterschiedlicher topographischer Grundkarten) im Rahmen der Kartenzusammenführung und erschwert die inhaltliche Nachführung der Kartenwerke (z.B. Berücksichtigung neuer Methoden, Änderung von Kulturgattungsgrenzen). Schließlich führt die analoge Kartendarstellung komplexer Befundeinheiten *de facto* zu einer Beschränkung des potentiellen Benutzerkreises der Kartierungswerke, da an sich erhobene Einzelinformationen (etwa zur Darstellung von Einzelmerkmalen in Form von Themenkarten, vgl. z.B. Bodenempfindlichkeitskarten) aus der kartierten Befundeinheit nur mit zusätzlichem Aufwand herauslösbar sind.

Inhaltliche Unschärfen bei der Zusammenführung der Kartierungssysteme ergeben sich bei der Kombination jener Standortsmerkmale bzw. Standortsfaktoren (Bodenart bzw. Wasserhaushalt), bei welchen die meist in Form von Ordinalskalen vorliegenden Bewertungen (Klassen, Stufen) in den einzelnen Kartierungsverfahren unterschiedlich festgelegt sind. Da in der österreichischen Bodenkunde (im Gegensatz etwa zur deutschen Bodenkartierung) die Gelän-

deeinschätzung des Wasserhaushaltes von Standorten nur ungenügend formalisiert ist, resultiert hier ein unbefriedigend großer Interpretationsspielraum.
Daraus ergibt sich für die Boden- und Standortskartierung die Notwendigkeit, die Möglichkeiten geographischer Informationssysteme zu nutzen, um räumlich explizite Informationen, seien es die Vielzahl von Einzeldaten, welche die kartierten Befundeinheiten bestimmen und beschreiben oder die Befundeinheiten selbst, rasch und einfach verfügbar und verwendbar zu halten. Dieser Forderung entsprechen Projekte am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft zur Erstellung einer digitalen Bodenkarte, am Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Digitale Bodenschätzungsergebnisse, DBE) und der FBVA (digitale Verfügbarmachung von Standortskarten, METAMAP, s.o.). Die rasche Entwicklung am Sektor von Luftbild- und Satellitenkarten hat ein zunehmendes Angebot an hochauflösenden (topographischen) Karten zur Folge, die als einheitliche Kartierungsgrundlage genutzt werden können.

Digitalisierung und Vernetzung der räumlich expliziten Informationen werden im normierenden Bereich im Sinne einer Harmonisierung, aber auch Weiterentwicklung der Kartierungsmethoden wirksam werden.

3.1.2 Verknüpfung von Bodenzustandsinventurdaten mit der digitalen Bodenkarte 1:25.000

Die Einbindung der Informationen der Bodenzustandsinventuren in den Datenbestand der digitalen Bodenkarten der landwirtschaftlichen Bodenkartierung wurde in diesem Band von DANNEBERG (2001) beschrieben.

3.2 Weitere Beispiele

3.2.1 Verknüpfung von Bodenanalysedaten im Rahmen der Düngeempfehlung mit der digitalen Bodenkarte 1:25.000

Ein Pilotprojekt zur Verknüpfung von aktuellen Bodenanalysedaten mit der digitalen Bodenkarte 1:25.000 läuft derzeit im Institut für Bodenwirtschaft am BFL (vgl. auch 2.2.5).

3.2.2 Waldbodendatenbank GEA

Die Datenbank GEA enthält den Großteil aller standorts-, bodenkundlichen und bodenchemischen Informationen, die seit Beginn der 60-er Jahre vom Institut für Forstökologie der FBVA im Zuge von Standortskartierungen, verschiedenen bodenkundlichen Projekten und der Österreichischen Waldbodenzustandsinventur erhoben und gemessen wurden. Sie umfasst momentan die Beschreibung von ca. 5.000 Waldbodenprofilen mit 26.000 Bodenanalysen. Die Datenbank besitzt Schnittstellen zu anderen Datenbanken der FBVA, wie der vegetationskundlichen Datenbank VEGKUNDDAT, der Wald-Klimadatenbank METEO, der Datenbank der Österreichischen Waldinventur sowie zu den Datenbanken des Österreichischen Waldschaden-Beobachtungssystems.

3.2.3 Verbindung von Grundstückskataster mit Bodenschätzungsdaten

Die Durchführung der Bodenschätzung erfolgt in Zusammenarbeit mit den Vermessungsbehörden. Die Bodenschätzungskarten wurden im jeweiligen Katastermaßstab (1:2880, 1:2000, 1:2500, 1:1000) erstellt. Mit Einführung der Digitalen Bodenschätzungsergebnisse (DBE), die eine zusätzliche Informationsebene der Digitalen Katastralmappe (DKM) darstellen

(GROHSNEGGER & GEYRHOFER, 1998), wurde der Maßstab einheitlich mit 1:2000 festgelegt. In den nächsten Jahren ist die komplette Digitalisierung (derzeit sind etwa 15% der Bodenschätzungskarten erfasst) vorgesehen. Die digitale Erfassung der Bodenschätzungskarten (geographische Daten und Daten der Schätzungsbücher - wie Bodenart, Zustandsstufe, Entstehungsart, Wasserstufe, Wertzahlen, Bodentyp) eröffnet durch Verknüpfung der Bodenschätzungsdaten mit weiteren Katasterdaten neue Nutzungsmöglichkeiten und Anwendungsgebiete insbesondere auf Grundstücksebene und regionaler Ebene.

3.2.4 Bodeninformationssystem BORIS - ein ausgewähltes Beispiel zur Darstellung der Verknüpfung von Bodendatenbeständen

Das Besondere am Bodeninformationssystem BORIS besteht darin, dass über 1,3 Mio. Daten aus über 40 verschiedenen Erhebungen von mehr als 15 unterschiedlichen Datenurhebern verknüpft und über das Internet zugänglich gemacht wurden. In dieser Form auf nationaler Ebene Bodendaten zur Verfügung zu stellen ist europaweit einzigartig. Dies war nur durch die hohe Kooperationsbereitschaft der Datenurheber (Ämter der Landesregierungen, Bundesstellen) einerseits und durch die Arbeiten des Umweltbundesamtes zur Entwicklung des Bodeninformationssystemes sowie zur aufwendigen Codierung der Originaldatenbestände andererseits möglich.

BORIS beinhaltet Angaben über Standorte, Bodenprofile und Daten chemischer (Nährstoffe, Schwermetalle, organische Schadstoffe, Cäsium, usw.), physikalischer und mikrobiologischer Untersuchungen. Da die Daten aus über 40 unterschiedlichen Erhebungen stammen, war es notwendig sie EDV-technisch und bodenkundlich vergleichbar zu machen. Die Grundlage dafür war der „Datenschlüssel Bodenkunde – Empfehlungen zur einheitlichen Datenerfassung in Österreich“ (SCHWARZ et al., 1999).

Auf administrativer Ebene werden die Interessen der Datenurheber im Benutzerbeirat BORIS vertreten, in dem unter anderem die Vergabe der Zugriffsberechtigungen geregelt und der Einsatz von BORIS in Form eines jährlichen Berichtes des Umweltbundesamtes dargestellt wird. Auf technischer Ebene wurden im Umweltbundesamt ein komplexes Datenmodell und die drei Programmpakete BORIS INTERN, BORIS EXPERT und BORIS INFO entwickelt.

BORIS INTERN dient innerhalb des Umweltbundesamtes der Verwaltung und Qualitätsprüfung der Daten. **BORIS EXPERT** ermöglicht jenen, die Daten für BORIS zur Verfügung gestellt haben, den Zugang zur gesamten Datenbank und somit zu allen Standort-, Probe- und Analysedaten, die wiederum mit einer Fülle von Zusatzinformationen (z.B.: Messmethoden, Probenahmedesign) verbunden sind. Jeder Eintrag in BORIS ist mit dem entsprechenden Literaturzitat verknüpft und somit stets dem jeweiligen Datenurheber zuordenbar. Über ein anwenderfreundliches Menü besteht die Möglichkeit Datenabfragen, Auswertungen und Bewertungen durchzuführen. **BORIS INFO** bietet allen InternetnutzerInnen über die BORIS - Homepage (http://www.ubavie.gv.at/Umweltsituation/Boden/Boris) einen Überblick über die in Österreich verfügbaren Bodendaten. Informationen zu Standorts- und Profilbeschreibungen können bis zu den Einzeldaten abgerufen werden und über die vorliegenden Analysendaten wird auf Metadatenebene informiert. Personen, die nicht dem Kreis der BORIS-EXPERT-Zugriffsberechtigten angehören, können sich bei Bedarf an Analysedaten entweder an die Datenurheber selbst oder an das Umweltbundesamt wenden. Dieses vermittelt die Daten nach

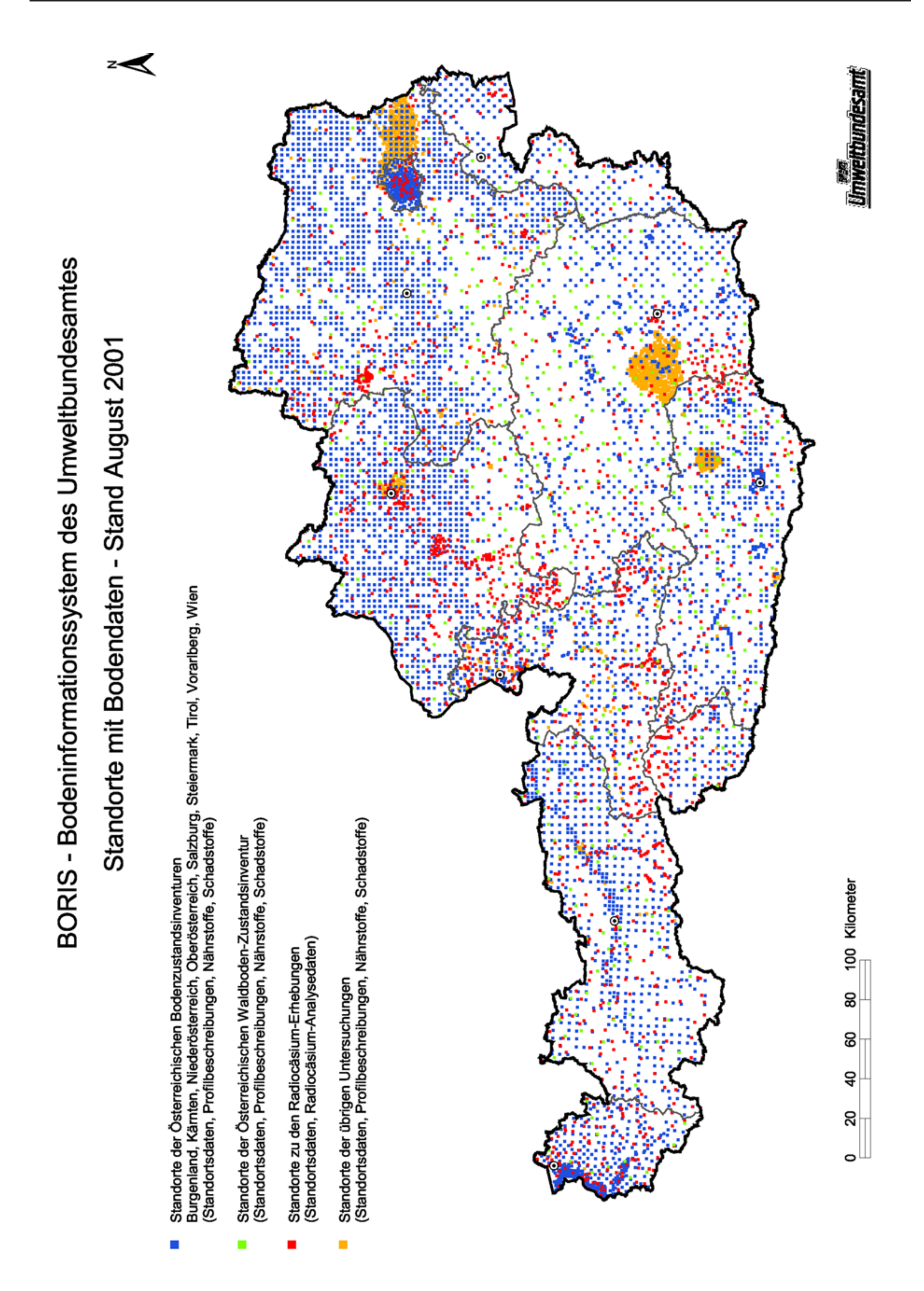


Abb. 1: Bodeninformationssytem BORIS: Standorte mit Bodendaten – Stand: August 2001.

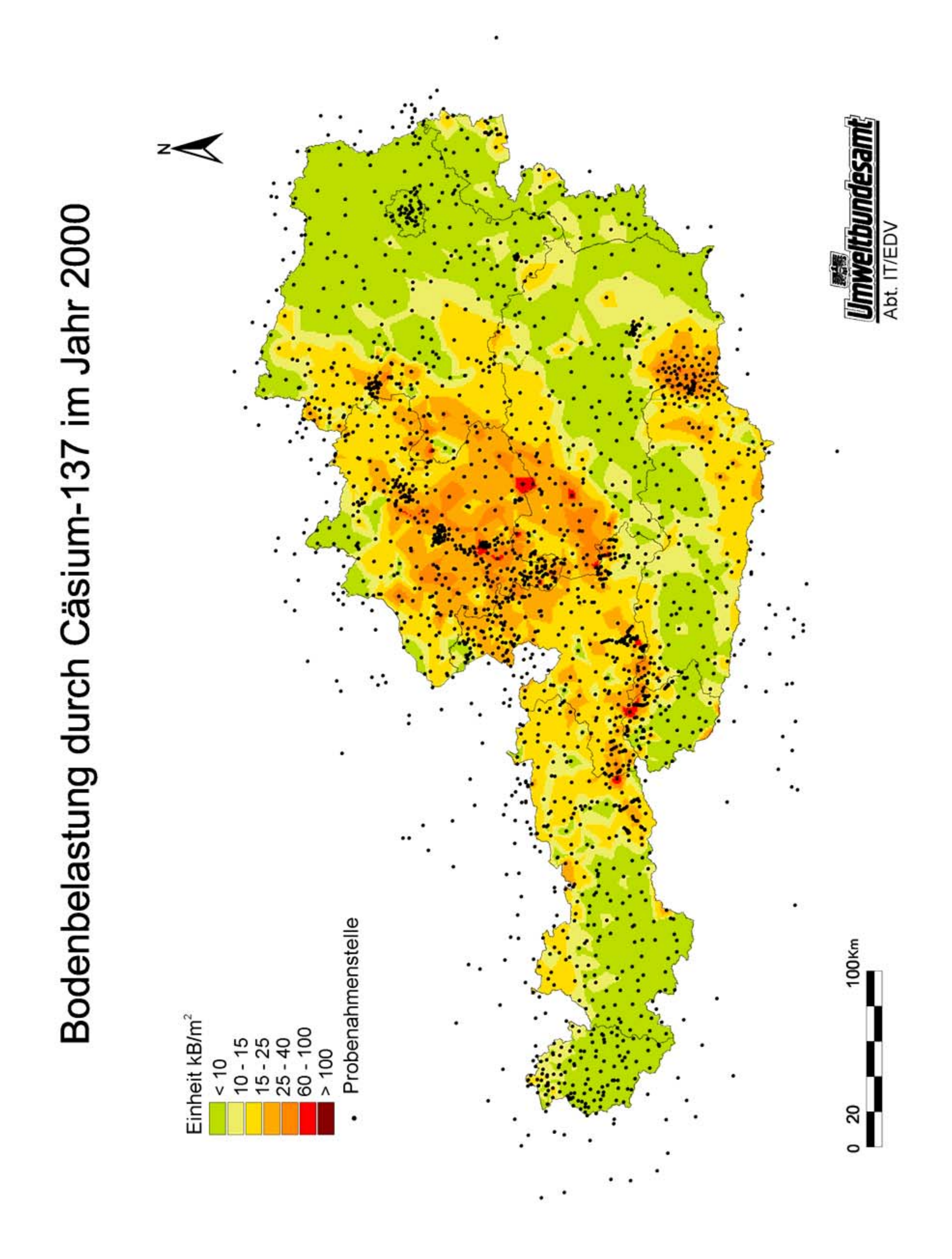


Abb. 2: Bodenbelastung durch Cäsium-137

Zustimmung durch die Datenurheber weiter oder führt auf Wunsch auch spezifische Auswertungen durch.

Auf der BORIS-Homepage findet sich als weitere Serviceleistung auch eine Zusammenstellung österreichischer Regelwerke, die zur Bewertung von (Schad)Stoffgehalten in Böden herangezogen werden, sowie Kurzbeschreibungen aller in BORIS enthaltenen Untersuchungen. Regelmäßige BORIS-Schulungen, das Benutzerhandbuch (TULIPAN et al., 2001) sowie Unterstützung via Mail oder Telefon durch das BORIS-Team machen das Bodeninformationssystem zu einem vielseitigen Informationsinstrument für bodenkundliche Fragestellungen.

Derzeit enthält BORIS eine Bodenkarte von Österreich (im Maßstab 1:750.000, nach FINK et al., 1979) sowie über 1,3 Mio. Einträge zu über 10.000 Standorten aus den Bodenzustandsinventuren der Bundesländer, aus der Waldbodenzustandsinventur, der österreichweiten Radio-Cäsiumerhebung und aus über 30 weiteren Untersuchungsprojekten (siehe Abb. 1). Die Aufnahme weiterer Bodendaten (z.B. weitere Daten der BZI Steiermark, Daten der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft, Bundes- und Landesmusterstücke der Bodenschätzung) ist vorgesehen.

Tab. 4: Anzahl der Standorte im Bodeninformationssystem BORIS (Stand: August 2001).

Länder	Bgld	Knt	NÖ	OÖ	Sbg	Stmk	Tir	Vbg	Vie	Grenznahes Ausland	Summe
BZI*	174	481	1.449	880	462	636	658	435	287	-	5.462
Cäsium-Unters.	53	164	519	387	291	249	319	119	39	233	2.373
Weitere Unters.**	-	498	449	188	150	360	63	4	42	-	1.754
WBZI***	16	75	97	69	44	134	66	13	-	-	514
Summe	243	1.218	2.514	1.524	947	1.379	1.106	571	368	233	10.103

**BZI (Bodenzustandsinventur): diese Datensätze wurden von den Ämtern der Landesregierungen von Burgenland, Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol und Vorarlberg sowie von der Magistratabteilung 22 in Wien zur Verfügung gestellt.*

*** Daten vom Magistrat der Stadt Linz, Ämtern der Landesregierungen von Kärnten, Salzburg, Steiermark, Tirol, BFL, Errichtungsgesellschaft Marchfeldkanal, BMWF, BMLF, BMUJF, Umweltbundesamt, Wien.*

**** WBZI (Waldbodenzustandsinventur): diese Datensätze wurden von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt zur Verfügung gestellt*

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die untersuchten Standorte, wobei in die Rubrik „weitere Untersuchungen" jene Erhebungen fallen, die entweder in ausgewählten Gebieten (Brixlegg, Linz, Arnoldstein, Köflach Voitsberg, Krappfeld, Schwechat, Inntal, Gänserndorf, ...), an Standorten mit einer bestimmten Nutzung (Wald, Kinderspielplätze, ...) oder zu spezifischen Parametern (persistente organische Schadstoffe, Arsen, ...) durchgeführt wurden.

Auf Basis des Bodeninformationssystems BORIS wurden bisher zahlreiche Auswertungen durchgeführt. Ein Beispiel für eine Interpolation von über 2000 „Punktdaten" auf die gesamte Fläche Österreichs ist in Abbildung 2 dargestellt, wobei die Abschätzung der Cäsiumbelastung für das dargestellte Jahr 2000 auf Basis früherer Messungen rechnerisch ermittelt wurden. Die meisten für diese Arbeit verwendeten Bodenmessungen wurden nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl durchgeführt. Es wurde versucht für das jeweilige Gebiet charakteristische Probenahmeflächen auszuwählen, wobei dies unbearbeitete Wiesen, Weiden und Brachflächen, sowie - bei Anwendung spezieller Meßmethoden – Ackerflächen sind. Generell nicht berücksichtigt wurden Messwerte der Bodenbelastung im Wald, da sie wegen des unterschiedlichen Verhaltens von Radionukliden in Waldökosystemen nicht vergleichbar sind. Aus den einzelnen Cäsiumwerten wurde mittels Interpolationsverfahren ein geglättetes Bild zur Abschätzung der Cäsiumbelastung des österreichischen Staatsgebiets erstellt (BOSSEW et al., 1996).

Für zukünftige zusätzliche Auswertungen ist einerseits die Verknüpfung mit weiteren Bodenerhebungen und Informationen aus angrenzenden Fachbereichen (vgl. Kap. 3.3) als auch die Entwicklung von zusätzlichen Auswertungsmodulen, neben dem Bewertungsmodul (SCHWARZ et al., 2000) erforderlich.

3.3 Mit Bodendaten verknüpfbare Datenbestände

Folgende Datensätze könnten in Zukunft mit Bodendatensätzen verknüpft werden: Topographie, Geochemischer Atlas, Geologische Karten, Grundstücksdatenbank, Naturschutzrechtlich geschützte Gebiete, Moorschutzkatalog, Corine Landcover, Farb-Infrarot-Luftbilder, Verdachtsflächenkataster, Altlastenatlas, Wassergütekataster, Wasserschutz- und Schongebiete, Vegetationsaufnahmen, Dokumentation über die Ausbringung von Klärschlamm, Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem (INVEKOS) und eventuell ein zukünftiges Agrar-GIS. Ein Beispiel für eine mögliche Verknüpfung bietet das Corine Landcover Projekt, eine europaweit abgestimmte Erhebung der Boden- und Landnutzung auf Basis von Satellitenbildern, an dem das Umweltbundesamt den österreichischen Teil bearbeitet. Die von der EU vorgegebene Bodenbedeckungsnomenklatur unterscheidet 44 Klassen. Flächen werden ab einer Größe von 25 ha (500 x 500m) berücksichtigt und im Maßstab 1:100.000 kartographisch dargestellt und im GIS erfasst. Diese Daten könnten auch zur Unterstützung der Erstellung von Bodenkarten im Maßstab 1:100.000 bis 1:1.000.000 beispielsweise für die Abgrenzung von Fels-, Gewässer- und Siedlungsflächen eingesetzt werden.

4 Aktuelle und zukünftige Anwendungen von Bodeninformationen

Die Palette der Anwendungsgebiete von Bodeninformationen reicht von Land- und Forstwirtschaft, Natur- und Umweltschutz sowie Raumplanung über Abfallwirtschaft und Altlastensanierung bis zu Wasserwirtschaft und Bildungsaufgaben.
Seitens der zahlreichen Nutzer werden die erforderlichen Bodeninformationen auf unterschiedlichen Aggregationsniveaus benötigt. Im Folgenden werden aktuelle und potentielle Anwender von Bodeninformationen nach ihrem räumlichen Wirkungsfeld beschrieben.

4.1 Ebenen der Anwendung

4.1.1 International

Auf internationaler, vorwiegend europäischer Ebene werden Bodeninformationen aus Österreich für Überblicksdarstellungen in Form von Statistiken und Karten benötigt, um Vergleiche anstellen und etwaige Problemgebiete identifizieren zu können. Beispiele dafür sind die Berichte der europäischen Umweltagentur (EEA) zur Situation der Bodendegradation in Europa (EEA 1999, 2000) sowie die Entwicklung von Agrar-Umweltindikatoren (OECD, 2000), wobei letztere in der Argumentation von Entscheidungsträgern (WTO) eingesetzt werden. Ein weiterer Benutzer ist das Europäische Bodenbüro (ESB), welches Daten zur Erstellung der europäischen Bodenkarten in den Maßstäben 1:1 Mio. (ESB, 1999) bzw. in Zukunft auch 1:250.000 benötigt sowie im Auftrag der Europäischen Kommission Informationen zu Schwermetall-Hintergrundgehalten in europäischen Böden als Basis für die Überarbeitung der EU Klärschlamm Richtlinie zusammenstellt (BAIZE et al., 1999). Von Arge Alp und Arge Alpen-Adria werden ebenfalls Daten für Hintergrundgehalte (ARGE ALP & ARGE ALPEN-ADRIA, 2000), für Auswertungen (HUBER & ENGLISCH, 1997), aber auch zur Ableitung von gemeinsamen Empfehlungen (z.B. ARGE ALP & ARGE ALPEN-ADRIA, 1994) nachgefragt. Österreich hat auch über das Institut für Bodenforschung, BOKU zum EURO-SOIL Projekt des Joint Research Centers in ISPRA, bei dem europaweit Referenzböden ausgewählt, analysiert und zur Verfügung gestellt werden (KUHNT & MUNTAU, 1994), mit dem Eurosoil Nummer 7, einer basenarmen Felsbraunerde (Dystric Cambisol) aus dem kristallinen alpinen Bereich, einen Beitrag geleistet (BRANDSTETTER et al., 1998).
Es ist absehbar, dass der Bedarf an nationalen Bodeninformationen in der Europäischen Kommission zunehmen wird, da Bodenschutz im sechsten Umweltaktionsprogramm (EUROPEAN COMMISSION, 2001) ein Schwerpunktthema ist (Europäische Bodenschutzstrategie). Auch für bestimmte UN-Konventionen ist mit Nachfrage von Bodeninformationen zu rechnen (z.B. Biodiversitätskonvention, Wüstenkonvention).

4.1.2 National

In erster Linie werden von den Einrichtungen des Bundes geeignete Bodeninformationen für die Kontrolle und damit die Ableitung von geeigneten Maßnahmen und Regelungen benötigt. Zum Zwecke der Umweltkontrolle wird im Umweltbundesamt Wien ein Bodeninformationssystem geführt, das unter anderem ermöglicht, den Bodenzustand in Österreich zu beurteilen (Umweltkontrollberichte, z.B. UMWELTBUNDESAMT 1998, 2001). Für die Bewertung von Schadstoffen in Materialien, die auf oder in den Boden kommen, und die zugehörigen Regelungen werden Bodeninformationen herangezogen (z.B. für Ableitung von Schadstoff-Grenzwerten im Bodenaushub oder in Komposten). Flächenbezogene Bodeninformationen finden

z.B. für Fragestellungen bei der Beurteilung von Wasservorsorgegebieten Verwendung (AUBRECHT & GRUBER, 2000). Boden- und Klimainformationen finden im „Neuen Berghöfekataster" ebenso Eingang wie in Konzepte zur Bewirtschaftung von Wildbach- und Lawineneinzugsgebieten oder die Erstellung von Empfehlungen (Düngeberatung (z.B. OBERNBERGER, 1997), Standortsauswahl für Bodenaufnahmesysteme (z.B. BLUM et al., 1996b), Wiederaufforstungsmaßnahmen (z.B. KILIAN & MÜLLER, 1990)). Universitäten verwenden Bodeninformationen sowohl für die Lehre als auch für die Forschung (z.B. Wald- oder Bodenmeliorationsplanungen).

4.1.3 Regional

Auf regionaler Ebene werden Bodenkarten und Bodeninformationen vor allem als Entscheidungshilfen und Planungsinstrumentarien in jenen Bereichen eingesetzt, die in den Kompetenzbereich der Länder oder regionaler Institutionen fallen.
Spezifische Bodeninformationen werden von den Ämtern der Landesregierungen benötigt, um beispielsweise Naturpflegepläne zu erstellen und damit geeignete Maßnahmen für künftige Waldbewirtschaftungen ableiten sowie Ruhezonen und Landschaftsparks ausscheiden zu können und geeigneten Flächen für Aufforstung oder Spezialkulturen auszuwählen. Ebenso werden Bodeninformationen (z.B. Bodenkarten) in einzelnen Regelungen der Länder (z.B. Klärschlammverordnungen der Bundesländer) berücksichtigt. Weiters finden die Daten der Bodenschätzung im Agrarverfahren bei der Bonitierung für Flurbereinigung und Kommassierung in den Agrarbezirksbehörden Verwendung. Zu Beratungszwecken werden Bodeninformationen auch von den Landwirtschaftskammern herangezogen. Boden- und Standortskarten bieten sowohl für Wasserversorger (z.B. Standortskartierungen für die Quellgebiete der Stadt Wien; Ausscheidung von Grundwassersanierungsgebieten: Entwicklung von optimalen Nutzungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Basis von Spezialkartierungen) als auch für Wasserentsorger (Regelung der Klärschlammausbringung) sowie wasserwirtschaftliche Planungen (Bewässerungen, Entwässerungen) Grundlagen. In der Raumplanung und verwandten Planungsinstrumenten, wie z.B. dem Waldfunktionsplan, finden Informationen über die Bodenqualität bisher zu wenig Eingang. Die Berücksichtigung von Bodeninformationen bei Umweltverträglichkeitserklärungen hat sowohl auf regionaler (z.B. Straßen, Gasleitungen, Skipisten) als auch auf lokaler (z.B.: Müllverbrennungsanlagen) Ebene Bedeutung.

4.1.4 Lokal

Private Nutzer wie Land- und Forstwirte, Betreiber von Schotterwerken und Deponien benötigen (naturgemäß) Bodeninformationen in räumlich hochaufgelöster und für den direkten Praxiseinsatz aufbereiteter Form.
Für Waldbewirtschafter können Boden- und Standortsdaten Grundlagen für die waldbauliche Planung (Forsteinrichtung), aber auch die Holzernte (Wegebau, Trassenführung, Eignung von Maschineneinsatz, Befahrbarkeit) oder die Beurteilung von Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung des natürlichen Standortspotentials bieten. Landwirte können unter Berücksichtigung von Bodenkarten beispielsweise den Betriebsmitteleinsatz optimieren (precision farming), die Kosten für Be- und Entwässerungsmaßnahmen minimieren oder Eignungskarten für bestimmte Kulturpflanzen erstellen.

Bodeninformationen spielen auch bei Bewirtschaftungsauflagen, Entschädigungsfragen bzw. Grundstücksablösen eine wesentliche Rolle.

Universitäten und Forschungseinrichtungen, Einzelunternehmer (z.B. Zivilingenieure) nutzen Bodeninformationen einerseits für Forschungsarbeiten und andererseits wiederum im Auftrag von Einzelpersonen sowie regionalen, nationalen und internationalen Institutionen und Behörden für Planung und Beratung.

4.2 Werkzeuge und Instrumente zur Anwendung und Umsetzung von Bodeninformationen

Obwohl die digitale Datenhaltung, wie etwa von flächenbezogenen Daten in Form eines GIS, die Anwendung von Bodeninformationen wesentlich fördert und vereinfacht, ist es von Vorteil, potentiellen Anwendern von Bodendaten auch Instrumente zur Verfügung zu stellen, die ihnen eine Beurteilung der Daten (bezüglich Qualität und Informationsgehalt) bzw. eine weiterführende Verwendung in sinnvoller Weise ermöglichen.
Einen ersten Schritt stellen die heute beinahe zum Standard gewordenen Metainformationen innerhalb von Datenbanken, wie sie etwa im Rahmen des Bodeninformationssystems BORIS (vgl. Kap. 3.2.4) angeboten wird, dar: Sie bieten Vorinformationen - hier online über Internet – die eine Abschätzung erlauben, ob die gewünschte Information in gewünschter räumlicher Auflösung oder inhaltlicher Präzision vorhanden ist.
Interpretationshilfen stellen eine zweite Ebene der Informationsaufbereitung dar. So werden etwa in deutschen Kartierungs- und Aufnahmeanleitungen (vgl. etwa AK STANDORTSKARTIERUNG 1996, AG BODENKARTIERUNG 1982) halbquantitative Schätzhilfen zur Ermittlung von Bodeneigenschaften, -potentialen und -gefährdungen (Humusgehalt, Erosionsgefährdung u.a.m.) oder Standortsmerkmalen (Wasser- und Lufthaushalt) gegeben.

In Österreich wurden nur für einige spezielle Fragestellungen Bewertungsschemata und -modelle entwickelt. Zur Beurteilung der Bodenempfindlichkeit (Eignung zur Klärschlammausbringung auf Ackerböden, Beurteilung der Nitrataustragsgefährdung) können die von NELHIEBEL & EISENHUT (1986) bzw. EISENHUT (1990) und FEICHTINGER (1998) entwickelten Schemata herangezogen werden. Das Bewertungsmodul von BORIS erlaubt die Beurteilung von Schadstoffkonzentrationen im Boden anhand von Referenzwerten (Richtwerten, Grenzwerten) (SCHWARZ et al, 2000).
Das in diesem Band beschriebene Modell SIMWASER (vgl. auch MURER & STENITZER, 2001) wird in STOTRASIM (Simulationsmodell zur Beurteilung der Nitrataustragsgefährdung; FEICHTINGER, 1998) zur Ableitung des Bodenwasserhaushaltes verwendet. Weitere Simulationsmodelle mit bodenkundlichem Hintergrund sind etwa das Austrian Carbon Balance Model (ORTHOFER et al., 2000) und PICUS (LEXER & HÖNNINGER 1998, Vegetationssimulation).
Regional sind räumlich explizite Entscheidungsfindungssysteme (z.B. zur waldbaulichen Planung; LEXER, 2000) und bodenkundliche Expertensysteme im Aufbau.

Den aktuellen Entwicklungsstand auf dem Gebiet der (Boden)Informationsbereitstellung und -aufbereitung stellen (Boden)Informationssysteme dar: Sie vernetzen einerseits Datenbestände mit unterschiedlichem Raumbezug, bieten fachübergreifende Datengrundlagen, und beinhalten Werkzeuge zur weiterführenden Datenauswertung und -interpretation.

Ein Beispiel dafür ist das Bodeninformationssystem NIBIS, welches vom niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung aufgebaut wurde, um Informationsgrundlagen für wesentliche Fragen des Bodenschutzes zur Verfügung zu stellen. Es enthält neben den Daten und Karten-

darstellungen aus verschiedenen Fachbereichen (Boden, Geologie, Forst, Wasser, Klima etc.) eine Methodenbank mit zahlreichen Bausteinen für Auswertungsmethoden zu Themen wie Erosion, Verdichtung, Grundwasserneubildung, Filtereigenschaften, Nitratverlagerung, Ertragsfähigkeit oder Bodenfeuchte (OELKERS, 1993, MÜLLER, 1997). Diese Werkzeuge können in zusammenfassenden Bewertungen zur standortgerechten Bodenbearbeitung, zum Filterpotenzial des Bodens oder zu Flächen-Kompensationsmaßnahmen auf Landes-, Bezirks- oder Lokalebene eingesetzt werden. Mit Hilfe solcher Bewertungen lassen sich z.B. in der Agrarstruktur- oder Flurbereinigungsplanung Handlungskonzepte und Maßnahmen ableiten (ERDMANN & MÜLLER, 2000).

Ähnliche Leistungen, allerdings mit einem Schwerpunkt auf den Bodenschutz, erbringt das BIS des Landes Nordrhein-Westfalen. Neben dem Kernsystem mit Metainformationen beinhaltet das BIS-NRW die Fachinformationssysteme „Stoffliche Bodenbelastungen“ und „Bodendauerbeobachtungsflächen“ sowie digitale Bodenbelastungskarten. Diese Module werden durch weitere eigenständige Informationssysteme („Gefährliche Stoffe“, „Altlasten“) und das Fachinformationssystem Bodenkunde der Geologischen Landesanstalt (GLA) ergänzt. Somit können Beurteilungen von Bodenbelastungen samt Ursachenanalyse und Gebietsabgrenzungen durchgeführt, der Bedarf an Bodenschutzmaßnahmen festgestellt und langfristige Planungen durchgeführt werden (MURL, 1999).
Aufgrund der wachsenden Anforderungen an Bodeninformationen wäre auch in Österreich eine verstärkte Integration zu wünschen und die Vernetzung von vorhandenen sowie die Schaffung von neuen Werkzeugen und Instrumenten notwendig.

4.3 Bedeutung der Feldbodenkunde für Anwendung und Umsetzung von Bodeninformationen

Um die im Kap. 4.2. beschriebene angestrebte digitale Erfassung der Datenbestände sowie die Entwicklung und den Einsatz von Werkzeugen und Instrumenten voranzutreiben sind fundierte feldbodenkundliche Kenntnisse erforderlich. Vor allem im Bereich der Feldaufnahmen im landwirtschaftlichen Bereich darf man sich nicht der fälschlichen Ansicht hingeben, dass mit Abschluss der Kartierungen alle Arbeit erledigt ist. Einerseits verlängert sich durch den Personalrückgang bei Bodenkartierung und Bodenschätzung dieser Schritt und die wichtige Folgearbeit, nämlich die Bodenkarten aufzubereiten und verfügbar zu machen, ist weder bei der Bodenkartierung noch bei der Bodenschätzung abgeschlossen. Wissen, das zwar vorhanden, jedoch nicht zugänglich ist, hat wenig Wert. Eine Sicherung des umfassenden Erfahrungsschatzes aus der Feldarbeit ist auch alleine durch eine digitale Dokumentation nicht erreichbar. Information in einer Datenbank ohne die damit verbundene Überprüfung aus der Feldarbeit sind um einen großen Teil ihrer Aussagekraft beraubt. Daher gilt es auch spezifische, nur im Gelände mit allen Sinnen gewonnene Erfahrungen zu erfassen und in Bodeninformationssystemen die technischen Voraussetzungen (freies Textfeld – zur Erfassung von Eindrücken, die über Codes nicht erhoben werden können) für deren Aufnahme zu schaffen. Dies erfordert ein Mindestmaß an Ressourcen zur Aufrechterhaltung dieses Wissenstransfers (als plakatives Beispiel sei der „Heidelbeerfleck am Aufnahmeblatt“ als Symbol für implizite Standortskenntnis genannt).

Darüber hinaus muss durch Überprüfung der Bodenkarte - etwa durch die Verwendung neuer wissenschaftlicher Methoden und Verfahren - im Gelände eine eventuell notwendige Adap-

tierung gewährleistet sein. Aktualisierungen beziehungsweise Überprüfungen für Spezialfragen sind nach spätestens 30 bis 40 Jahren notwendig, um die Aktualität der Daten zu garantieren. In diesem Sinne gilt es nicht nur die vorhanden Datenschätze zu pflegen und einem breiten Benutzerkreis zugänglich zu machen, sondern auch deren Präzision und Aktualität zu gewährleisten.
Eine weitere wesentliche Aufgabe besteht in der Interpretation der Daten und in der Methodenentwicklung für Auswertungen und praktische Anwendungen. Dafür scheint eine feldbodenkundliche Schulung und Praxis der auswertenden Personen unabdingbar. Bei der derzeitigen Entwicklung hin zur reinen Bildschirmarbeit besteht die Gefahr, dass in absehbarer Zeit niemand mehr in der Lage ist, vorhandene Daten mit der nötigen praktischen Geländeerfahrung hinlänglich zu interpretieren und zu verifizieren.

4.4 Bedeutung von Aus- und Fortbildung für Anwendung und Umsetzung von Bodeninformationen

Eine äußerst wichtige Aufgabe besteht darin Wissen über den Boden und seine Eigenschaften zu vermitteln. Nur so kann das Bewusstsein jeder einzelnen Person für Bodenschutz geweckt und geschult werden, wodurch wiederum die Chance, dass Entscheidungsträger in den unter Kap. 4.1 genannten Bereichen sorgsam mit der Ressource Boden umgehen, erhöht wird. In Österreich finden zusätzlich zu Lehrveranstaltungen an den Universitäten (BOKU, Uni Wien, Graz, Salzburg, Innsbruck, Leoben) fachspezifische Schulungen für einen mit Boden befassten Personenkreis statt, beispielsweise im Rahmen der Bodenseminare, die von der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft in Gumpenstein veranstaltet werden, bei den BORIS-Schulungen des Umweltbundesamtes sowie bei Seminaren und Weiterbildungsveranstaltungen der FBVA für die forstliche Praxis. Neben Fortbildungsaktionen durch die Landwirtschaftskammern werden auch von privaten Vereinen (z.B. Distelverein) Bodenseminare organisiert. Die ÖBG erfüllt durch jährliche Exkursionen und regelmäßige Vortragsveranstaltungen mit österreichischen und internationalen Referenten ebenfalls eine wesentliche Fortbildungsfunktion.

5 Gesamtbeurteilung der Daten und Perspektiven für die zukünftige Verfügbarkeit

5.1 Gesamtbeurteilung der Daten

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Datenlage in Österreich im europäischen Vergleich sehr gut ist. Die intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen sind sowohl von Bodenschätzung als auch von Bodenkartierung nahezu vollständig erfasst. Beim Vergleich der beiden landwirtschaftlichen Bodenaufnahmesysteme wird deutlich, dass bei der Bodenkartierung die möglichst umfassende Erhebung von Bodenmerkmalen und Eigenschaften (u.a. als Grundlage für die Fachberatung von Landwirten und weiterführende Auswertung zu bodenkundlichen Problemstellungen) im Vordergrund steht. Somit werden die einzelnen Profile im Gelände sehr ausführlich beschrieben und mit einer Fülle von Analysenergebnissen näher charakterisiert. Für die Finanzbodenschätzung hingegen ist der Boden einer von mehreren Faktoren, die für die Ermittlung des Einheitswertes eines Betriebes herangezogen werden. Die Informationen über den Boden sind beispielsweise in Bezug auf die chemischen

Eigenschaften nicht so detailliert. Die erhobenen Daten können jedoch den einzelnen Parzellen genau zugeordnet werden, was beim Maßstab der Bodenkartierung von 1:25.000 nicht mehr möglich ist. Die Einheitlichkeit der Bewertung ist bei der Bodenschätzung durch ein Bezugssystem von Vergleichsstück, Landesmusterstück und Bundesmusterstück sichergestellt. Die in beiden Verfahren gewonnenen Informationen können über die ursprünglichen Zielsetzungen hinaus für die in den letzten Jahren zunehmenden Anforderungen in einem breit gefächerten Bereich (z.B. Umweltschutz) eingesetzt werden, wobei die Kombination der jeweils erhobenen Parameter und der unterschiedlich detaillierten Erfassungsmaßstäbe umfassende Informationen über den Boden verspricht.

Waldböden wurden bisher nur zu 15 % kartiert. Mit den „Anleitungen zur Forstlichen Standortskartierung“ (ENGLISCH & KILIAN [HRSG.], 1998) liegt jedoch eine optimale Basis für die Fortsetzung der Forstliche Standortskartierung vor, wobei längerfristig die flächendeckende Erfassung der Waldböden und mittelfristig eine einfach zugängliche Übersicht über vorliegende Kartierungen anzustreben ist.

Eine Österreichbodenkarte im Übersichtsmaßstab 1:1.000.000 liegt vor und eine im Maßstab 1:750.000 ist derzeit in Arbeit, eine Grundlage für überregionale Planungen im Maßstab 1:250.000, wie sie seitens der EU angestrebt wird, wird in Österreich derzeit im Projektvorhaben „Alpenbodeninformationssystem“ für den alpinen Landesteil geplant, wobei die Realisierung noch ungewiss ist. Somit könnten auch die landwirtschaftlichen Flächen außerhalb des Dauersiedlungsraumes, die bisher kaum kartiert wurden, erfasst werden. Kartierungsmaterial über Alpflächen, die von der Finanzbodenschätzung im Zuge der Erstschätzung in den 50er und 60er-Jahren erhoben wurden, könnte teilweise auf den Finanzämtern noch vorliegen.

Als Voraussetzung für Erosionsschutzmaßnahmen besteht in Österreich der Bedarf an einer Erosionsgefährdungskarte sowohl für den alpinen Raum als auch für landwirtschaftlich (intensiv) genutzte Flächen, einerseits im Übersichtsmaßstab für Europäische Berichtspflichten und andererseits in Form von Detailkarten für besonders erosionsgefährdete Gebiete.

Welche Fülle an Punktdaten in Österreich vorliegt zeigt Tabelle 2 (siehe Kap. 2.1). Generell kann die Datenlage als sehr gut beurteilt werden, wobei für organische Schadstoffe, bodenphysikalische und bodenbiologische Parameter noch Erhebungsbedarf besteht. Bodendauerbeobachtungsflächen sind in Österreich mit Ausnahme der Waldstandorte auf wenige Bundesländer beschränkt und wären in einer abgestimmten Vorgangsweise in ganz Österreich einzurichten.

5.2 Zukünftige Verfügbarkeit von Bodendaten

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass in Österreich sowohl umfangreiche Bodeninformationen vorliegen als auch Bedarf an deren Einsatz und praktischer Anwendung besteht. Um Anwendern den Einsatz von Bodendaten zu erleichtern, ist es daher unerlässlich, einen leicht verständlichen Überblick über vorhandene Informationen zu geben. Dafür müssen die Informationen gut strukturiert vorliegen, klar beschrieben sein und die Zugänglichkeit sollte möglichst einfach gestaltet werden. Am Beispiel des Bodeninformationssystems BORIS hat sich gezeigt, dass ein Zugang über das Internet verbunden mit individueller Betreuung per E-Mail oder Telefon kombiniert mit spezifischen Schulungen hohe Akzeptanz gefunden hat. Auf

weitere Serviceangebote in Form von aktuellen Informationen über gesetzliche Regelungen oder Bewertungsgrundlagen im Internet wird häufig zugegriffen. Eine zusätzliche Vermittlung von Spezialisten für spezifische Fragestellungen, Probenahme, Detailkartierungen, Laboranalyse- und Beratungstätigkeit wäre optimal. Ein österreichweites Service- und Informationsnetz im Internet für den Bereich Boden könnte diese Erfordernisse erfüllen.

In der **Schweiz** ergab eine Umfrage bei 700 Personen aus Verwaltung, Lehre und Forschung sowie aus der Privatwirtschaft zu dem Thema: „Bedarfsabklärung Bodenkarten und Bodeninformation" folgende Prioritäten (KNECHT et al., 2000):
Erste Priorität hat der **Aufbau einer Bodeninformations- und Koordinationsstelle**, die Karten und Daten allgemein zugänglich macht. Ebenfalls oben in der Prioritätenliste steht die **Förderung und Erhaltung des Know-hows in der Bodenkartierung**. Aus der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz (BGS) kam die Anregung, mit einer Schulung, die in Modulform von verschiedenen Institutionen (Uni, Bundesdienststellen,...) angeboten wird, ein Zertifikat zu verknüpfen. Als Ziele wurden Weiterbildung, Schulung von Anwendern von Produkten (Personen aus Politik, Verwaltung, Ingenieure) und Schulung von KartiererInnen genannt. Als dritter wichtiger Punkt wurde eine geregelte **Methodenweiterentwicklung** – am besten durch öffentliche Institutionen – genannt.

In Österreich wurden bereits mehrfach sehr ähnliche Forderungen nach einem österreichweiten Bodeninformationssystem gestellt (Bodenschutz – Probleme und Ziele, UMWELTBUNDESAMT 1988; Bodenschutzkonzeption des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, BLUM et al., 1989; Statusbericht Boden für den Nationalen Umweltplan, BM f. Umwelt Jugend und Familie, ALGE & WENZEL, 1994).
In der Bodenschutzkonzeption des ehemaligen BMLF wurde bereits 1989 von BLUM et al. die **Einrichtung einer Leitstelle für Bodenschutzangelegenheiten** empfohlen. Es wurden einerseits formale Strategien wie - Verbesserung und Ausbau bestehender Instrumente des Bodenschutzes (Überprüfung und Änderung bestehender Gesetze) sowie Schaffung neuer Instrumente (Bodenschutzgesetz), das Koordinations- und Kooperationsprinzip, das Prinzip der internationalen Zusammenarbeit, das Prinzip der Vorsorge, das Prinzip der Plausibilität und Systemorientierung sowie das Verursacherprinzip beschrieben. Weiters wurden inhaltliche Strategien wie das Prinzip der Minimierung des Bodenverbrauchs, das Prinzip der Minimierung von Belastungen zur Vermeidung der Bodenkontamination, das Prinzip der Sanierung von Bodenschäden und das Prinzip der Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit formuliert. Für die Umsetzung wurden Bodenschutzpläne und konkrete Maßnahmen ausgearbeitet. Darin findet sich der Aufbau einer Leitstelle für Bodenschutzangelegenheiten, deren Aufgabe unter anderem die Koordinierung von Bodenschutzmaßnahmen auf Bundes-, Landes- und Gemeindeebene darstellen soll.

KILIAN (1997) forderte in der Studie „Bodenschutz in Österreich – Bodenzustand Entwicklungstendenzen – Schutzmaßnahmen", die im Auftrag des ehemaligen BMLF durchgeführt wurde, für die Forstwirtschaft ein zentrales **raumbezogenes Informationssystem**, **Beratung und Schulung für Anwender in Verwaltung und Praxis** und **Öffentlichkeitsarbeit** zur Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung der Bevölkerung durch mehr Information. Diese Forderung ist aus heutiger Sicht zu bekräftigen und gilt natürlich nicht nur für Waldböden, sondern für alle Böden Österreichs.

Da wie in diesem Beitrag beschrieben die Fachkompetenzen im Bereich der Bodenkunde an verschiedenen Stellen liegen, ist eine Vernetzung schon aus rein fachlicher Sicht, nach dem Beispiel des laufenden Informationsaustausches im Rahmen der ÖBG, unerlässlich. Ein möglicher Weg den zwischen den einzelnen Institutionen bereits vorhandenen fachlichen Austausch zu nutzen und zu fördern sowie auch einem breiten Benutzerkreis zugänglich zu machen, wäre die Schaffung eines **Österreichischen Boden Netzwerkes** mit Internetzugang. Metadaten oder Datenbestände könnten durch den Benutzer über das Internet abgerufen werden. Darüber hinaus wäre Expertenwissen durch das Angebot entsprechender Werkzeuge und durch die Vernetzung sehr flexibel gestaltbarer fachlicher Beratung möglich. Dadurch ist nicht nur dem Benutzer gedient, sondern es werden auch Mehrgleisigkeiten bei der Entwicklung von Lösungsansätzen für bestehende Fragestellungen vermieden. Marketing und Public Relation für Standorts- und Bodeninformationen, sowie die damit verbundenen Expertisen können über das Netzwerk betrieben werden, was wiederum allen Beteiligten zugute kommt.

Die Aufgaben eines „Österreichischen Boden Netzwerkes“ sollten folgende Bereiche umfassen:

- Sammlung, Aufbereitung und Bereitstellung von Informationen
- Verknüpfung von Punkt- und Flächendaten
- Vernetzung von Informationen (sowohl bodenkundliche als auch verwandte Fachbereiche)
- Gemeinsame Datenerfassung und -nutzung durch Landes- und Bundesdienststellen
- Erarbeitung und Weiterentwicklung von Interpretationsgrundlagen für die Anwendung von Bodeninformationen, Methodenweiterentwicklung (auch für Erstellung von Trendanalysen und Szenarien)
- Wissenstransfer aus der Feldbodenkunde in digitale Datenbanken und Expertensysteme
- Qualitätskontrolle
- Aus- und Weiterbildung (z.B. feldbodenkundliche Seminare für jene Personen, die v.a. modellieren und auswerten)
- Information über das fachspezifische Aus- und Weiterbildungsangebot
- Erfolgskontrolle von Maßnahmen zum Bodenschutz
- Mitarbeit bei der Erstellung von Ö-Normen
- Verstärkung der Berücksichtigung von Bodeninformationen in Gesetzen und Normen anderer Fachbereiche
- Stärkere Präsenz auf europäischer Ebene
- Drehscheibe für bodenrelevante Informationen in Österreich
- Verstärkung der Öffentlichkeitsarbeit

6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Zur Erfüllung der Anforderungen von Land-, Forst-, Wasser- und Abfallwirtschaft, Natur- und Umweltschutz, Raumplanung und Bildungsaufgaben an Bodeninformationen und darauf aufbauenden Expertensystemen können abschließend folgende Empfehlungen getroffen werden:

- Digitalisierung der Daten von Bodenkartierung und Bodenschätzung, sowie Ablage in allgemein zugänglichen Informationssystemen
- Fortsetzung der Kartierung der österreichischen Waldböden und (digitale) Publikation dieser Daten
- Verknüpfung von Punkt – und Flächendaten mit Hilfe geeigneter Methoden
- Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Ableitung von Sekundärparametern aus Punkt- und Flächendaten sowie der Geostatistik
- Erhaltung und Weiterentwicklung bodenkundlicher Methoden
- Ausbildung und Schulung von Personal zur Erhebung und Auswertung von bodenkundlichen Felddaten
- Wissenstransfer aus Feldbodenkunde in Bodeninformations- und Expertensysteme
- Schaffung rechtlicher Voraussetzungen zur strukturierten Ablage und zum Zugang zu Bodendaten
- Schaffung der technischen Voraussetzungen zur anwenderfreundlichen Vermittlung von Bodendaten und Auswertungen
- Einrichtung eines „Österreichischen Boden Netzwerkes“

Die Umsetzung dieser Empfehlungen würde die Nutzbarkeit der umfangreichen Bodeninformationen, die in Österreich vorhanden sind, für viele Anwender entscheidend verbessern und sie darüber hinaus neuen Anwendern erschließen.

7 Literatur

AG BODENKARTIERUNG (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. BGR und GLAs (Hrsg.), 3. Aufl., 331 S., Hannover.

AICHBERGER, K. (2000): Results of Austrian Soil Monitoring Programmes, EURO SOIL 2000, Brit. Soc. of Soil Science, Reading.

AK STANDORTSKARTIERUNG (1996): Forstliche Standortsaufnahme – Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, 5. Aufl., Eching bei München.

ALGE, G. & WENZEL, W.W. (1994): Statusbericht Boden Istzustand und Entwicklunstendenzen in Österreich. BM f. Umwelt Jugend und Familie, Wien.

AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG (1999): Bodenzustandsinventur Kärnten, Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 15 Umweltschutz und Technik, Klagenfurt.

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, LANDWIRTSCHAFLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK (1988 – 1998): Steiermärkischer Bodenschutzberichte (1988 – 1998), Graz.

AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG (1993): Salzburger Bodenzustandsinventur. Amt der Salzburger Landesregierung, Abteilung 4, Land- und Forstwirtschaft, Salzburg.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (Hrsg.), (1988): Bericht über den Zustand der Tiroler Böden, Innsbruck.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (Hrsg.), (1996): Bericht über den Zustand der Tiroler Böden 1996, 1. Wiederholungsbeprobung, Innsbruck.

ARGE ALP & ARGE ALPEN-ADRIA (1994): Boden-Dauerbeobachtungsflächen - Empfehlung einer abgestimmten Vorgangsweise der Unterarbeitsgruppe "Boden-Dauerbeobachtungsflächen" der gemeinsamen Arbeitsgruppe "Bodenschutz" von Arge Alp, Arge Alpen-Adria und Arge Donau. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), München.

ARGE ALP & ARGE ALPEN-ADRIA (2000): Hintergrundwerte für anorganische Stoffe in Böden - Empfehlung einer abgestimmten Vorgangsweise der Unterarbeitsgruppe "Hintergrundwerte" der gemeinsamen Arbeitsgruppe "Bodenschutz" von Arge Alp, Arge Alpen-Adria. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), München.

AUBRECHT, P. & GRUBER, D. (2000): Wasservorsorgegebiete. Darstellung zur Bodenbedeckung und Flächennutzung, Altlasten und Verdachtsflächen, Geologie und Böden. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

BAIZE, D.; BIDOGLIO, G.; CORNU, S.; BREUNING-MADSEN, H.; BRUS, D.; ECKELMANN, W.; ERNSTSEN, V.; GORNY, A.; JONES, R.J.A.; KING, D.; LANGENKAMP, H.; LOVELAND, P.J.; LOBNIK, F.; MAGALDI, D.; MONTANARELLA, L.; UTERMANN, J.; VAN RANST; E. (1999): Heavy Metal (Trace Elements) and Organic Matter Contents of European Soils - A Feasibility Study. European Soil Bureau - Scientific Committee, Joint Research Centre, European Commission, 16 p.

BLUM, W.E.H., DANNEBERG, O. H., GLATZEL, G., GRALL, H. KILIAN, W., MUTSCH, F. & STÖHR, D. (1986): Waldbodenuntersuchung. Österr. Bodenkundl. Ges., Wien.

BLUM, W.E.H. & WENZEL (1989): Bodenschutzkonzeption – Bodenzustandsanalyse und Konzept für den Bodenschutz in Österreich, Arbeitsgruppe Bodenschutz der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

BLUM, W.E.H., SPIEGEL, H. & WENZEL, W.W. (1989): Bodenzustandsinventur - Konzeption, Durchführung und Bewertung; Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich. BMLF und BMWVK, Wien.

BLUM, W.E.H., SPIEGEL, H. & WENZEL, W.W. (1996a): Bodenzustandsinventur - Konzeption, Durchführung und Bewertung; Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich. BMLF und BMWVK, Wien.

BLUM, W.E.H., BRANDSTETTER, A., RIEDLER, C. & WENZEL, W.W. (1996b): Bodendauerbeobachtung - Konzepte und Empfehlungen für eine einheitliche Vorgangsweise in Österreich. Umweltbundesamt Wien, Wien.

BLUM, W.E.H., ENGLISCH, M., NELHIEBL, P., SCHNEIDER, W., SCHWARZ, S. & WAGNER, J. (1999): Soil Survey and Soil Data in Austria. In: BULLOCK et al. (1999).

BOSSEW, P., DITTO, M., FALKNER, T., HENRICH, E., KIENZL, K. & RAPPELSBERGER, U. (1996): Cäsiumbelastung der Böden Österreichs; 2. Erweiterte Auflage, Monographie Bd.60. Umweltbundesamt, Wien.

BRANDSTETTER, A.; MENTLER, A.; UNTERFRAUNER, H.; WEISSTEINER, Ch.; WENZEL, W.; BLUM, W.E.H. (1998): Unser Boden für Europa – Österreichs Beitrag zum Eurosoil-Programm. Der Förderderungsdienst, 46.Jg.; Heft 12/98, 424-426.

BULLOCK, P., JONES, R.J.A. & MONTANARELLA, L. (1999): Soil Resources of Europe. EUR 18991 EN 202 S., Office for Official Publikations of the European Communities, Luxembourg.

BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT (1996): Burgenländische Bodenzustandsinventur, Amt der Burgenländischen Landesregierung (eds.), Eisenstadt.

BUNDESANSTALT FÜR AGRARBIOLOGIE (1993): Oberösterreichischer Bodenkataster, Bodenzustandsinventur, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung (eds.), Linz.

BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT (1994): Niederösterreichische Bodenzustandsinventur, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (eds.), Wien.

DANNEBERG, O.H., AICHBERGER, K.; PUCHWEIN, G.;M. WANDL (1997): Bodenchemismus. In: W.E.H. BLUM, E KLAGHOFER, A. KÖCHL and P. RUCKENBAUER (eds.): Bodenschutz in Österreich. Bodenzustand – Entwicklungstendenzen – Schutzmaßnahmen. Studie im Auftrag des BMLF; Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien.

DANNEBERG, O. H. (2000): The status of soil mapping in Austria. In: The European Soil Information System. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rom.

DANNEBERG, O. H., WANDL, M., POCK, H. & HORVATH, D. (2000): Die landwirtschaftlich genutzten Böden Niederösterreichs, Oberösterreichs, der Steiermark und des Burgenlandes und ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften (Teil 1 bis 3). Im Auftrag des BMLFUW; Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien.

DANNEBERG, O. H. (2001): Die Einbindung der Daten der Bodenzustandsinventuren in die Österreichische Digitale Bodenkarte. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 62, Wien.

EEA (1999): Environment in the European Union at the turn of the century. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

EEA (2000): Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe - A Challenge for the XIX century. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

EEA (2001): Proposal for a European Soil Monitoring and Assessment Framework. Technical report 61, European Environment Agency, Copenhagen.

EISENHUT, M. (1990): Auswertung aus der Österreichischen Bodenkarte 1:25000 für die Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung von Böden. Bericht Nr. 5/1990, Bundesanstalt für Bodenwirtschaft, Wien.

ENGLISCH, M. & KILIAN, W. (1998): Anleitungen zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich. FBVA-Berichte 104, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien.

ENGLISCH M., HERZBERGER, E., SCHNEIDER, W. & WAGNER J. (2001): Kombination von landwirtschaftlicher Bodenkarte, Bodenschätzungskarte und forstlicher Standortskarte – Ein erfolgreicher Weg zur kulturgattungsübergreifenden, multifunktionalen Landschaftsplanung? Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 62, Wien.

ERDMANN, K. & MÜLLER, U. (2000): Leitfaden zur Berücksichtigung von Bodeninformationen im Rahmen der Agrarstrukturplanung in Niedersachsen – Nutzung der Daten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS. Hrsg.: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Arbeitshefte Boden, Heft 2000/3, 62 S, Hannover.

ESB (1999): The European Soil Database: FAO soil name – Version 1.0. European Soil Bureau, JRC, European Commission.

EUROPEAN COMMISSION (2001): Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the sixth environment action programme of the European Community, 'Environment 2010: our future,our choice', draft presented by the Commission.

FACHBEIRAT FÜR BODENFRUCHTBARKEIT UND BODENSCHUTZ (2000): Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Bodenwirtschaft, Wien. 5. Auflage.

FEICHTINGER (1998): STOTRASIM – Ein Modell zur Simulation der Stickstoffdynamik in der ungesättigten Zone eines Ackerstandortes. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Band 7, 14-41, Petzenkirchen.

FINK, J. (1969): Österr. Bodensystematik, Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 13, Wien.

FINK, J., WADER, R. & RERYCH, W. (1979): Böden und Standortsbeurteilung. In: Österreichatlas. Herausgegeben von der Österreichischen Akademie der Wissen-schaften. Kommission für Raumforschung (Leitung: Hans Bobek). Kartographie, Druck und Verlag Freytag und Berdt und Artaria, Wien.

FINK, J, NESTROY, O. & NAGL, H. (1998): Bodenkarte von Österreich. In NESTROY, 1999: Die Bodenkarte Österreichs als Beitrag zur Europa-Bodenkarte 1:1 Mio. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 57, Wien.

FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (eds.) (1992): Österreichische Waldbodenzustandsinventur. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien. Band I, II. Österreichischer Agrarverlag, Wien.

FREUDENSCHUSS, A., Huber, S., RISS, A. & SCHWARZ, S. (2001): Der Einsatz von Standorts- und Bodenkarten für den angewandten Umweltschutz. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., Heft 62, Wien.

FÜHRER, E., & NOPP, U. (2001): Ursachen, Vorbeugung und Sanierung von Waldschäden. Facultas Universitätsverlag Mai 2001, S. 514.

GLATZEL, G.; NEUBAUER, C.; BERGER, T.W. (2000): Waldbodenzustand in sekundären Fichtenwäldern und in Mischbeständen auf den Screeningflächen des Spezialforschungsbereiches (SFB) Waldökosystemsanierung. In: Müller, F. (Ed.): Mariabrunner Waldbautage: Umbau sekundärer Nadelwälder, 25.-26. Februar 1999, FBVA-Berichte 111, 73-80, Wien.

GROHSNEGGER, V. & GEYRHOFER, M. (1998): Digitale Bodenschätzungsergebnisse. Eich- und Vermessungsmagazin EVM, Nr. 91, Wien.

HAUNOLD, E.; DANNEBERG, O.; HORAK, O.; REBLER, R.; HERGER, P. & SCHAFFER, K. (1984): Umgebungsüberwachung Dürnrohr - Bericht über die Untersuchungstätigkeit im Jahre 1983. OEFZS Ber.No. A0492.

HUBER, S. & ENGLISCH, M. (1997): Auswertung von Waldbodeninventuren im Bereich von Arge Alp und Arge Alpen-Adria. Im Auftrag der gemeinsamen Arbeitsgruppe "Waldschäden und Luftreinhaltung" der Arge Alp und Arge Alpen-Adria. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), München.

HUSZ, G. (1986): Lebensraum Vorarlberg: Bodenzustandserhebung Vorarlberg 1986, Band 2 Amt d. Vorarlberger Landesregierung.

JURITSCH, G. (1994): Einrichtung von Bodendauerbeobachtungsflächen im Bundesland Salzburg. Amt der Salzburger Landesregierung, Salzburg.

KATZENSTEINER, K. (2000): Wasser- und Nährstoffhaushalt von Waldstandorten in den Nördlichen Kalkalpen. Forstliche Schriftenreihe der Universität für Bodenkultur Wien, 15, 159 S.

KILIAN, W. & MÜLLER, F. (1990): „Kulturbegründungseinheiten“, Waldbaumerkblätter, FBVA, Wien.

KILIAN, W.; MUTSCH, F. & KREISL, R. (1994): Die Düngung im Wald, II. Teil. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, Wien.

KILIAN, W. (1997): Forstwirtschaft. In: BFL (1997): Bodenschutz in Österreich. Bodenzustand, Entwicklungstendenzen, Schutzmaßnahmen. Hrsg., im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wissenschaftliche Leitung: BLUM, W.E.H., KLAGHOFER, E., KÖCHL, A. & RUCKENBAUER, P., Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien.

KNECHT, M.; RAMSEIER, L.; HEROT, S.; ROSSI, M.; BAUMGARTENER, A.; RUEF, A.; LEHMANN, A.; VIDETIC, J.; ZÜRRER, M. & SCHWAB, P. (2000): Umfrage Bodenkartierung. Bedarfsabklärung Bodenkarten und Bodeninformation. Aufgaben im Zusammenhang mit der Bodenkartierung. Ideen zu einer Bodeninformationsstelle. Arbeitsgruppe der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz, Dokument 10, Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, Zürich.

KOMMISSION FÜR RAUMFORSCHUNG DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (Hrsg.), (6. Lieferung 1979): Atlas der Republik Österreich. Kartographie, Druck und Verlag Freytag-Berndt und Ataria, Wien.

KREINER, P. (1993): Untersuchung des Wiener Bodens auf Blei und Cadmium. MA 22, Eigenverlag, Wien.

KREINER, P.; KUBU, S.; LOBENSCHUSS, A. & TARMANN, V. (1995): Flächendeckende Schwermetalluntersuchung des Wiener Bodens an 287 Stellen. MA 22 Wien, Eigenverlag, Wien.

KREINER, P. (1998): Wiener Bodenbericht 1997. Untersuchung des Wiener Bodens auf Schwermetalle. MA 22 Wien, Eigenverlag, Wien.

KREINER, P. (2001): Wiener Bodenbericht 2000. Untersuchung des Wiener Bodens auf Schwermetalle. MA 22 Wien.

KUHNT, G. & MUNTAU, H. (1994): EURO – Soils: Identification, Collection, Treatment, Characterization. Environment Institute, Joint Research Centre, European Commission, 154 p., Ispra.

LEXER M.J. (2000): Ein multiattributives Nutzenmodell zur Unterstützung der waldbaulichen Planung dargestellt am Beispiel sekundärer Kiefernwälder. Forstw. Cbl. 119 (6), 377-394.

LEXER M.J. & HÖNNINGER K. (1998): Simulated effects of bark beetl infestations on stand dynamics in Norway spruce stands: Coupling a patch model and a stand risk model. In: Be-niston M. & Innes J.L. [Eds.]: The impact of climate variability on forests. Lecture Notes in Earth Sciences., Springer Verlag, 289-308.

MIRTL, M. (1996): Kurzbeschreibung des Integrated Monitoring in Österreich. Umweltbundesamt, Wien, Integrated Monitoring Serie, IM-Rep-001.

MÜLLER, U. (1997): Auswertungsmethoden zum Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS. Hrsgb.: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Tech. Ber. NIBIS, 6. Aufl., 322 S., Hannover.

MURER, E. & STENITZER, E. (2001): Simulation der Grundwasserneubildung auf Basis der Österreichischen Bodenkarte 1:25000. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., Heft 62, Wien

MURL (1999): Bodeninformationssystem – Bodenschutz braucht Bodeninformation. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 38 S., Düsseldorf.

NELHIEBEL, P. & EISENHUT, M. (1986): Die Bodenempfindlichkeitskarte – Ein Beitrag zum Umweltschutz. Mitt. österr. geol. Ges. Heft 79, S. 163-174; Wien.

NESTROY, O. (1999): Die Bodenkarte Österreichs als Beitrag zur Europa-Bodenkarte 1:1 Mio. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 57, S. 93-101, Wien.

NESTROY, O., 2001: Angleichung der österreichischen Bodennomenklaturen von 1969 und 2000 an die Europa-Bodenkarte 1:1 Mio. vom Jahre 1998. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 62, Wien.

NESTROY, O., DANNEBERG, O. H., ENGLISCH, M., GESSL, A., HERZBERGER, E., KILIAN, W., NELHIEBEL, P., PECINA, E., PEHAMBERGER, A., SCHNEIDER, W. & WAGNER, J. (2000): Systematische Gliederung der Böden Österreichs (Österreichische Bodensystematik 2000). Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 60, S. 1-104, Wien.

NEUMANN [Hrsg], (2001): Österreichische Intensivbeobachtungsflächen - Beiträge zum 5. WBS-Seminar in Wien am 19.10.1999, FBVA-Berichte, Wien, (120): 81 S.

OBERNBERGER, I. (1997): Der sachgerechte Einsatz von Pflanzenasche im Wald. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, Wien.

OECD (2000): Environmental Indicators for Agriculture. Organisation for economic co-operation and development. France.

OELKERS, K.-H. (1993): Aufbau und Nutzung des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS – Fachinformationssystem Bodenkunde (FIS Boden). Geol. Jb., F27: 5-38, Hannover.

ORTHOFER, R.; GEBETSROITHER, E.; STREBL, F.; SCHWAIGER H.; SCHLAMADINGER B.; JUNGMAIER G.; SPITZER J.; CANELLA L.; HINTERMEIER G.; WINDSPERGER A.; SCHNEIDER F. (2000): The Austrian Carbon Balance Model (ACBM), Austrian Research Centre Seibersdorf, Final Project Report OEFZS--S-107, 148 p.

RIECK, W.: Bodenkarte von Österreich 1:1 Mio. In: BLUM, W.E.H. & WENZEL (1989): Bodenschutzkonzeption – Bodenzustandsanalyse und Konzept für den Bodenschutz in Österreich, Arbeitsgruppe Bodenschutz der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

SCHUME, H. & HUBER, S. (1995): Gesamtauswertung. In: Differentialdiagnostik der Schäden an Eichen in den Donauländern - Schlussbericht im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Hsgb.: Rösel, K. & Reuther, M., GSF-Bericht 11/95, 17-224.

SCHNEIDER, W., NELHIEBEL, P., AUST, G., WANDL, M. & DANNEBERG, O.H. (2001): Die landwirtschaftliche Bodenkartierung in Österreich. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 62, Wien.

SCHWARZ, S. (1991): Integrated Monitoring in Österreich. Berichte des Umweltbundesamtes, UBA-IB-323. Umweltbundesamt, Wien.

SCHWARZ, S.; DVORAK, A., FALKNER, T. & RISS, A. (1994): Einrichtung eines Bodeninformationssystems in Österreich. In: ALEF, K., BLUM, W.E.H., SCHWARZ, S., RISS, A., FIEDLER, H. & HUTZINGER, O. (Hrsg.): ECO-INFORMA-94; Band 6: Bodenkontamination, Bodensanierung, Bodeninformationssysteme. S. 429-446 (auch UBA-BE-017).

SCHWARZ, S.; HUBER, S.; TULIPAN, M.; DVORAK, A. & ARZL, N., (1999): Datenschlüssel Bodenkunde – Empfehlung zur einheitlichen Datenerfassung in Österreich. Umweltbundesamt Wien.

SCHWARZ, S.; ACKERL, W.; FREUDENSCHUSS, A.; HUBER, S.; SCHREIER, I.; TULIPAN, M. (2000): Soil quality data and assessment within BORIS – an Austrian soil information system. EURO SOIL 2000, Brit. Soc. of Soil Science, Reading.

TULIPAN, M., ACKERL, W., FREUDENSCHUSS, A. & HUBER, S. (2001,in Druck): Benutzerhandbuch zu BORIS EXPERT. Interner Bericht des Umweltbundesamtes, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (1988): Bodenschutz, Probleme und Ziele. Naturwissenschaftlicher Problem- und Zielkatalog zur Erstellung eines österreichischen Bodenschutzkonzeptes. Umweltbundesamt Wien.

UMWELTBUNDESAMT (1993): Dritter Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (1998): Fünfter Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2001): Sechster Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt, Wien.

WAGNER, J. (2001): Bodenschätzung in Österreich. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 62, Wien.

WENZEL & POLLAK (1991): Überprüfung von bodenkundlichen Daten aus Forschungsarbeiten auf ihre Eignung für die Eingabe in ein Bodeninformationssystem. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Wien.

Beispielhafte Aufzählung der mit Boden befassten Institutionen

Bundesinstitutionen

BMLFUW
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft,
Stubenring 1, 1012 Wien
Tel: 01/ 711 00-0
www.lebensministerium.at
Email: office@bmlf.gv.at

BMF
Bundesministerium für Finanzen
Finanzlandesdirektionen, Finanzämter
Schottenring 14-14a, 1030 Wien, Tel: 01/ 53603 2081 oder 201
Abt. IV/8, Himmelpfortgasse 4-8, 1015 Wien
Tel: 01/ 514 33 2680
www.bmf.gv.at
Email: post@bmf.gv.at
Amtliche Bodenschätzung

BFL
Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft,
Institut für Bodenwirtschaft, Institut für Agrarökologie
Spargelfeldstraße 191
1226 Wien
Tel: 01/ 28816-0
www.info@bfl.at
Email: info@bfl.at
Österreichische Bodenkarte M 1: 25000, Österreichische digitale Bodenkarte,
Forschungsprojekte, Bodenanalytik, landwirtschaftliche Beratung

FBVA Forstliche Bundesversuchsanstalt

Institut für Forstökologie
Standortserhebung und - kartierung, Waldbodenkunde (z.B. Waldbodenzustandsinventur,
Bodenbiologie), Bodenanalytik, Forschungsprojekte
Seckendorff-Gudentweg 8
A-1130 Wien
Tel 01-87838-0
www.fbva.forvie.ac.at
Email: direktion@fbva.bmlf.gv.at

Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
Abteilung für Bewirtschaftung von Wildbach- und Lawineneinzugsgebieten
Rennweg 1 - Hofburg
A-6020 Innsbruck
Tel.: +43-512-573933-5130
E-Mail: fbva.soil@uibk.ac.at
alpine Hydrologie, angewandte Bodenphysik, Bodenkartierung, Forschungsprojekte

BAW-IKT
Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1,
3252 Petzenkirchen
Tel: 07416/ 52108-0
www.baw.at
Email: ikt@baw.bmlf.gv.at
Bodenhydrologie, Forschungsprojekte, Bodenphysik, Bodenanalytik

BAL
Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, 8952 Altirdning 11
Tel: 036 82/ 224 51-0
www.bal.bmlf.gv.at
Email: office@bal.bmlf.gv.at
Forschungsprojekte, Bodenanalytik

BA für Agrarbiologie
Bundesamt für Agrarbiologie, Wieningerstraße 8, 4020 Linz
Tel: 0732/ 38 12 61-0
www.agrobio.bmlf.gv.at
Email: agrobio@bmlf.gv.at
Forschungsprojekte, Bodenanalytik

UBA
Umweltbundesamt
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien
Tel: 01/ 313 04-0
www.ubavie.ac.at,
Email: umweltbundesamt@ubavie.gv.at
Umweltkontrolle, Schadstoff- und Bodenanalytik, Bodeninformationssystem BORIS

Wissenschaft und Forschung

Universität für Bodenkultur

Institut für Bodenforschung, Gregor Mendel Straße 33, 1180 Wien,
Tel: 01/ 47654 3103
www.boku.ac.at/boden

Institut für Waldökologie, Peter Jordan Straße 82, 1180 Wien
Tel: 01/ 47654 4100
www.ftp-waldoek.boku.ac.at

Institut für Waldbau, Peter Jordan Straße 70, 1180 Wien
Tel: 01/ 47654 4066
www.boku.ac.at/Waldbau

Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft,
Muthgasse 18, 1190 Wien
Tel: 01/ 36 006 5450
www.ihlw.boku.ac.at

Verschiedene **naturwissenschaftliche Institute** (Geologie, Geochemie, Geographie, Botanik, Ökologie und Naturschutz, Mikrobiologie) der Universitäten in Wien, Graz, Salzburg, Innsbruck und Leoben

Österreichisches Forschungszentrum, Seibersdorf Ges.m.b.H.
2444 Seibersdorf
Abteilung Umweltforschung
Tel: 050 550-3600
www.arcs.ac.at/UL/ULU
Email: umweltforschung@arcs.ac.at

Joanneum Research, Forschungsgesellschaft mbH
Styrergasse 17, 8010 Graz,
Tel: 0316/ 87 60
www.joanneum.ac.at
Email: pr@joanneum.at

Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft
Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien
www.boku.ac.at/oebg

Inhalt sämtlicher Mitteilungen der ÖBG

Die Inhaltsverzeichnisse sämtlicher Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft finden Sie im Internet unter der Adresse

http://www.boku.ac.at/oebg unter **Publikationen**.

Die Hefte können über die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, bezogen oder direkt via Internet bestellt werden.

Hinweis zu Einreichung für den Kubienapreis

Bis 31. August können Arbeiten für den Kubiena Preis eingereicht werden.

Weitere Informationen unter **http://www.boku.ac.at/oebg** unter Kubiena Preis.

Hinweise für Autoren

TITEL (in Großbuchstaben; Fett, 14 Punkt, zentriert)
(Eine Leerzeile)
Martin GERZABEK[a], **Eduard KLAGHOFER**[b] und **Andreas BAUMGARTEN**[c]
(Eine Leerzeile)
[a] Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, A-2444 Seibersdorf
[b] Bundesamt für Wasserwirtschaft, Pollnbergstraße 1, A-3252 Petzenkirchen
[c] Höhere Bundeslehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau, Grünbergstraße 24, A-1131 Wien

(Drei Leerzeilen)

Bitte lesen Sie vor Abfassung Ihres Manuskripts die folgenden Hinweise:
Das verwendete Papier muss A4-Format haben (210 x 297 mm), oberer und unterer Rand betragen je 35 mm, linker und rechter Rand je 25 mm. Das Manuskript kann in Deutsch oder Englisch abgefasst sein.
Der Text soll folgendes Format haben: 1zeilig, Blocksatz, Schriftart: 12 Punkt Times Roman. Tabellen und Graphiken müssen in Schwarz-Weiss gehalten sein. Beachten Sie die Größe der Abbildung, speziell von Symbolen und Beschriftungen (Das Manuskript wird um etwa ein Drittel verkleinert!). Verwenden Sie „letter quality“ Drucker. Da das Manuskript in der eingesandten Form veröffentlicht wird, ist es besonders wichtig, dass Sie sich an die Vorgaben halten. Vermeiden Sie Schmutzspuren, Fehler und Tippfehler. Auf dem Manuskript dürfen keine Korrekturen vorgenommen werden. Kopien und Fernkopien und Photos können nicht akzeptiert werden. Das Manuskript darf nicht gefaltet werden.
Verwenden Sie für den Titel als Schriftgröße 14 Punkt. Lassen Sie sowohl zwischen dem Titel und den Namen der Autoren als auch zwischen den Namen der Autoren und den Adressen je eine Leerzeile. Die Namen (ohne Titel) und Adressen der Autoren sollen vollständig angegeben werden. Die Namen der Autoren sollen zentriert und fett gedruckt sein. Lassen Sie zwischen Adressen und Textbeginn drei Leerzeilen.
Die Zusammenfassung (Deutsch und Englisch) steht am Beginn des Textes. Sie sollte eine Länge von 20 Zeilen nicht überschreiten. Der Text muss in nummerierte Abschnitte unterteilt werden, z.B.:
1 Einleitung
1.1 Material und Methoden
Literaturhinweise im fortlaufenden Text:
NAME (Jahr) oder
NAME & NAME (Jahr) oder
NAME et al. (Jahr)
Am Ende des Manuskripts ist eine Literaturliste der verwendeten Zitate in alphabetischer Reihenfolge anzuschließen, z.B.
NAME, P. (1994): Titel der Veröffentlichung, Zeitschrift 1, Verlag, Ort, S. 1 – 10
NAME, P. & NAME, R. (1994): Buchtitel. Verlag, Ort, S. 1 – 10
NAME, P.; NAME, R. & NAME Z. (1994): Titel des Beitrages. In: S. NAME (Hrsg.): Buchtitel. Verlag, Ort, S. 1 – 10
Tabellen: Titel oberhalb, nummeriert, z.B.: Tabelle 1: Beschreibung des Tabelleninhalts
Abbildungen: Titel unterhalb, nummeriert, z.B.: Abbildung 1: Titel der Abbildung